



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

DISSERTAÇÃO

**DIVERSIDADE GENÉTICA ACESSADA POR RAPD E INDUÇÃO DE
VARIABILIDADE FENOTÍPICA EM PIMENTEIRA ORNAMENTAL
MEDIADA POR GIBERELINA**

CRISTINE AGRINE PEREIRA DOS SANTOS

Areia, PB
Fevereiro de 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**DIVERSIDADE GENÉTICA ACESSADA POR RAPD E INDUÇÃO DE
VARIABILIDADE FENOTÍPICA EM PIMENTEIRA ORNAMENTAL
MEDIADA POR GIBERELINA**

CRISTINE AGRINE PEREIRA DOS SANTOS

Sob a Orientação do Professor

Mailson Monteiro do Rêgo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Agronomia, área de concentração Agricultura Tropical.

e Co-orientação da Professora:

Elizanilda Ramalho do Rêgo – Universidade Federal da Paraíba

Areia, PB
Fevereiro de 2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

237d Santos, Cristine Agrine Pereira Dos.

DIVERSIDADE GENÉTICA ACESSADA POR RAPD E INDUÇÃO
DE
VARIABILIDADE FENOTÍPICA EM PIMENTEIRA ORNAMENTAL
MEDIADA POR GIBERELINA / Cristine Agrine Pereira Dos
Santos. - Areia, 2018.
68 f. : il.

Orientação: Mailson Monteiro Rêgo.
Coorientação: Elizanilda Ramalho Rêgo.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Capsicum, fitohormônio, marcadores RAPD. I. Rêgo,
Mailson Monteiro. II. Rêgo, Elizanilda Ramalho. III.
Título.

UFPB/CCA-AREIAS

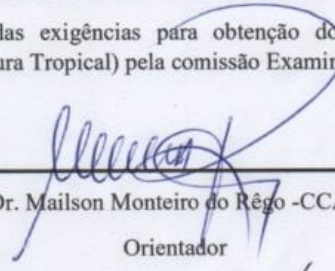
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DIVERSIDADE GENÉTICA ACESSADA POR RAPD E INDUÇÃO DE VARIABILIDADE FENOTÍPICA EM PIMENTEIRA ORNAMENTAL MEDIADA POR GIBERELINA

AUTORA : CRISTINE AGRINE PEREIRA DOS SANTOS

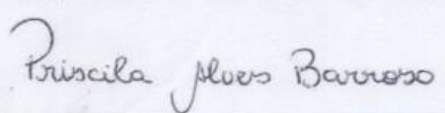
Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rêgo -CCA/UEPB
Orientador



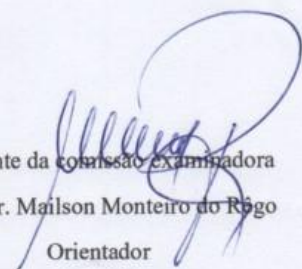
Dra. Ângela Maria dos Santos Pessoa - CCA/UEPB



Dra. Priscila Alves Barroso - CPCE/UFPI

Prof. Dra Priscila Alves Barroso – CPCE/UFPI

Data de realização: 19/02/2018



Presidente da comissão examinadora
Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rêgo
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, razão da minha vida, quem me dá força para lutar e superar obstáculos, não me deixando desistir;

À Universidade Federal da Paraíba, ao programa de Pós-Graduação em Agronomia, a qual foi minha casa durante todo esse tempo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos desde minha graduação;

Ao meu Orientador, Professor Mailson, pelas orientações, compreensão nos momentos mais difíceis, pela paciência, ensinamentos e pelas oportunidades.

À Professora Elizanilda pelos ensinamentos, oportunidades.

Aos professores do PPGA, pelos ensinamentos;

À minha Família, Cícera Pereira de França, Ademar Gabriel dos Santos, Adelson, Adjailson e Adenilson por tantas idas comigo ao laboratório, mesmo cansado das viagens de Pombal e a Cecília que mesmo cansada de uma semana de trabalho não hesitava de me ajudar, sendo minha melhor amiga;

Ao meu noivo e amigo, João Batista Belarmino Rodrigues, por me entender, escutar todas as lamúrias e ficar comigo a todo tempo e me dizer sempre “você vai conseguir”, em não hesitar em me ajudar me esperar, dar várias viagens. Obrigada, meu querido!

À Ângela pela amizade, companheirismo, ensinamentos, conselhos e preocupações divididas;

À Priscila A. Barroso pela amizade, dedicação e simplicidade em tirar dúvidas a qual nunca mediu esforços para ajudar e explica com paciência;

À Michelle, pela ajuda, dedicação e amizade de longas datas não vou esquecer nunca de você, “se precisar você me diz!”;

À Kaline, por sempre ter paciência e saber escutar, e pronta para ajudar.

À Lindamara, Kadson, Marcelo, Fabio, Bruna, Glaucia, Elisandra, Rubens, Joalisson, Karla, Nardiele, Diego, Felipe, Flavia Laís e Ayron pela amizade e carinho a todos do Lab de Biotecnologia Vegetal;

Aos meus amigos de longas datas, Luan Nunes, Izabela Nunes, Samara Dayse e Mirely.

Aos meus avós tios, tias e primos por sempre ficarem felizes com cada conquista;

À Bruno meu irmão adotivo, a quem me ajudou muito nas muitas viagens de idas e vindas da UFPB, e que nunca me disse não;

A todos que, de alguma forma, ajudaram na realização desse trabalho.

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
Referencial bibliografico.....	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
Importancia economica das pimenteiras	7
Uso de Marcadores moleculares RAPD em <i>Capsicum</i>	8
Giberelinas.....	9
Referencias bibliograficas	12
CapituloI: Diversidade genética entre acessos de pimenteiras ornamentais	
acessada por marcadores RAPD	17
RESUMO.....	
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAIS E METODOS	20
Local da realização do experimento e material vegetal utilizado.....	
Extração e quantificação de DNA	
Reação RAPD.....	
Diversidade genética.....	
RESULTADO E DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÃO.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	32
 Capítulo II: Variabilidade fenotípica em acesso de <i>Capsicum annuum</i> induzida por	
(GA3	36
 RESUMO.....	
ABSTRACT	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAIS E METODOS	39
RESULTADO E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÃO.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	53

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I: Diversidade genética entre acessos de pimenteiras ornamentais acessada por marcadores RAPD17

Tabela 1. Sequência dos 15 iniciadores utilizados nas reações de RAPD com suas respectivas sequências de bases.....21

Tabela 2. Oligonucleotídios RAPD, sequências de nucleotídeos, número total de bandas amplificadas, locos polimórficos e monomórficos e de polimorfismo em 18 acessos de Pimenteiras ornamentais (*Capsicum*) do Banco de Germoplasma da Universidade Federal da Paraíba do Centro de Ciências Agrárias CCA-UFPB.....23

Tabela 3. Matriz de distância genética entre 18 genótipos de *Capsicum* oriundos do Banco de Germoplasma da Universidade Federal da Paraíba CCA-UFPB 201725

Tabela 4. Coeficiente de correlação cofenética entre a matriz de distâncias e o método de agrupamento hierárquico UPGMA, gerados a partir da análise de diversidade genética entre 18 genótipos de *Capsicum* por meio de marcadores RAPD.....28

Tabela 5. Agrupamento de 18 genótipos *Capsicum* conforme método de Tocher.....30

CAPÍTULO II: variabilidade fenotípica em acesso de *Capsicum annuum* induzida por (GA3)40

Tabela 1. Resumo da análise de variância (quadrados médios) para 5 acessos e 21 caracteres de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) submetidas a dose de Giberelinas (GA3). CCA / UFPB, Areia, 2017.....40

Tabela 2. Comportamento médio para seis características morfológicas de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) submetidas a cinco doses de Giberelinas (GA3). CCA/UFPB, Areia, 2017.....43

Tabela 3. Comportamento médio para 5 doses de giberelina em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) (GA3). CCA/ UFPB, Areia, 2017....43

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I: Diversidade genética entre acessos de pimenteiras ornamentais por meio de marcadores RAPD.....17

Figura 1. Produtos de amplificação de RAPD gerados com o iniciador MEP-02 em 18 acessos de *Capsicum* MM – marcador de peso molecular Ladder 1 Kb.....24

Figura 2. Dendrograma construído por meio do método UPGMA, com base no coeficiente de similaridade genética de Ward numa população de 18 acessos de *Capsicum* a partir de 15 marcadores RAPD.....27

Figura 3 Análise dos componentes principais de 18 acessos de *Capsicum*, avaliados através de marcadores moleculares RAPD.....29

CAPÍTULO II: variabilidade fenotípica em acesso de *Capsicum annum* induzida por (GA3).....35

Figura 1. Curvas de regressão para as características diâmetro da flor (A) e comprimento da pétala (B) comprimento do filete (C) cinco acesso de (*Capsicum annum*) sob doses de GA3.....4
5

Figura 2. Acesso 77.3 e Acesso 355, sob diferentes doses de GA3 e seus efeitos no fenótipo dos acessos.....46

Figura 3. Curvas de regressão para as características comprimento do pedicelo (A) e comprimento do fruto (B) maior diâmetro do fruto (C) espessura do pericarpo (D) Número de sementes por fruto cinco acesso de (*Capsicum annum*) sob doses de (GA3).....49

SANTOS, C.A.P. **DIVERSIDADE GENÉTICA ACESSADA POR RAPD E INDUÇÃO DE VARIABILIDADE FENOTÍPICA EM PIMENTEIRA ORNAMENTAL MEDIADA POR GIBERELINA** (*Capsicum annuum* L.). Orientador: Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rego. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

RESUMO GERAL As pimenteiras (*Capsicum annuum*) tem origem no continente americano e pertence à família Solanaceae. Esta espécie apresenta diversidade para características de porte, flor e frutos, o que lhe confere diferentes potencialidades de uso, voltadas para o consumo *in natura*, industrialização e para uso ornamental. A caracterização de acessos tem grande importância na identificação e seleção de acessos de acordo com caracteres de interesse. A identificação de genitores superiores tem sido realizada por meio da avaliação de caracteres morfológicos, agronômicos e, mais recentemente por marcadores moleculares, que permitem caracterizar e determinar a divergência genética existente dentro e entre as espécies vegetais. A expressão fenotípica de qualquer caráter resulta dos efeitos genéticos e ambientais. Dentre os efeitos ambientais, os hormonais, exercem papel de extrema importância. As giberelinas (GA3) são hormônios vegetais essenciais ao desenvolvimento da planta, atuam no alongamento dos entrenós e desenvolvimento de flores e frutos, deste modo o objetivo desse trabalho foi avaliar diversidade genética de acessos de pimenteiras ornamentais por meio de marcadores RAPD, e a variabilidade fenotípica induzida pela aplicação de GA3 em diferentes acessos de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.). Os experimentos foram desenvolvidos no laboratório de Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB). O DNA genômico foi extraído de brotações jovens de 18 acessos de *C. annuum* e usando o método CTBA. Nas reações de amplificação RAPD, foram utilizadas 15 iniciadores para *Capsicum*, (MEP-01 a MEP-15). As marcas obtidas foram convertidas em uma matriz binária, a partir da qual foi construída a matriz de dissimilaridade genética usando a distância binária de Sokal, método de agrupamento de Tocher e também usou-se o método de componentes principais a construção do dendrograma, usou-se o método de Ward. Todos os locos foram polimórficos. O par de acessos, mais similar foi 355 x 348 (0,220), enquanto que o par de acessos mais dissimilar foi 4 x 17 (0,855). A população avaliada neste estudo apresentou alta diversidade genética. Variabilidade fenotípica em *Capsicum* induzida por GA3. Foram utilizados 5 acessos *Capsicum* pertencente ao Banco de Germoplasma (CCA/UFPB), foram submetidos, as concentrações GA3 (0, 25, 50, 75 e 100 mg/L), administradas em aplicações por spray, com intervalos de três dias, a partir do 27º dia após o transplante. As plantas foram avaliadas quanto a 21 características morfoagronômicas de planta, flor e frutos. O delineamento experimental foi um esquema fatorial, sendo 5 acessos 5 doses com 5 repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott, ($p=0,05$) e para as variáveis significativas foi realizada análise de regressão. Com o agrupamento Scott-Knott pode-se observar que os desdobramentos das interações dos fatores estudados (Acesso x Doses) para as características diâmetro da flor, comprimento da pétala, comprimento do pedicelo, maior diâmetro do fruto, espessura do pericarpo e número de sementes por fruto apresentaram foram significativa, podendo indicar o uso de giberelina para induzir variabilidade fenotípica para essas características nos 05 acessos estudados, as doses indicadas são entre 50mg/L⁻¹ e 100 mg/L⁻¹ para as características estudadas.

Palavras-chave: *Capsicum*, fitohormônio, marcadores RAPD

SANTOS, C.A.P. GENETIC DIVERSITY ACCESSED BY RAPD EINDUCTION OF PHENOTYPIC VARIABILITY IN ORNAMENTAL PEPPER BY GIBERELINE (*Capsicum annuum* L.). advisor: Dr. Mailson Monteiro do Rego. 2018. Dissertation (Master in Agronomy) - Center of Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba, Areia, 2018.

GENERAL ABSTRACT: Peppers (*Capsicum annuum*) originate in the American continent and belongs to the family Solanaceae. This species presents diversity for characteristics of size, flower and fruit, which gives it different potentialities of use, aimed at the consumption *in natura*, industrialization and for ornamental use. The characterization of genotypes has great importance in the identification and selection of genotypes according to characters of interest. The identification of higher parents has been performed through the evaluation of morphological, agronomic and more recently, molecular markers, that allow to characterize and determine the genetic divergence within and among plant species. The phenotypic expression of any character results from genetic and environmental effects. Among the environmental effects, the hormones play an extremely important role. The gibberellins (GA3) are plant hormones essential to the development of the plant, such as internodes elongation and development of flowers and fruits, so the objective of this work was to evaluate the genetic diversity of ornamental pepper genotypes by means of RAPD markers, and Phenotypic variability induced by the application of GA3 in different ornamental pepper genotypes (*Capsicum annuum* L.). The experiments were carried out at the Plant Biotechnology Laboratory of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba (CCA-UFPB). The genomic DNA was extracted from young shoots of 18 accessions of *C. annuum* and using the CTBA method. In the RAPD amplification reactions, 15 primers were used for Capsicum, (MEP-01 to MEP-15). The obtained marks were converted into a binary matrix, from which the genetic dissimilarity matrix was constructed using the Sokal binary distance, Tocher grouping method and also the main components method was used to construct the dendrogram, if Ward's method and All loci were polymorphic. The most similar pair of accesses was 355 x 348 (0.220), while the most dissimilar pair of accessions was 4 x 17 (0.855). The population evaluated in this study presented high genetic diversity and Phenotypic variability in capsicum induced by GA3. Five accessions of *Capsicum* belonging to the Germplasm Bank (CCA / UFPB) were used, with concentrations of GA3 (0, 25, 50, 75 and 100 mg / L) administered in spray applications at three day intervals, from the 27th day after transplanting. The plants were evaluated for 21 morphoagronomic characteristics of plant, flower and fruits. The experimental design was completely randomized, 5x5. The data were submitted to analysis of variance, with averages grouping by the Scott-Knott test ($p = 0.05$) and for the significant variables regression analysis was performed. With the Scott-knott test, it can be observed that the interactions of the factors studied (Access x Doses) for the characteristics of flower diameter, petal length, pedicel length, larger fruit diameter, pericarp thickness and number of seeds per fruit were those that presented significance, and may indicate the use of gibberellin to induce phenotypic variability for these characteristics in the 5 accessions studied, the indicated doses are between 50mg / L₋₁ and 100mg / L⁻¹ for the characteristics studied.

Key words: *Capsicum*, phytohormone, RAPD marker.

INTRODUÇÃO GERAL

As pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) pertencem à família Solanaceae. Estas possuem frutos comestíveis além do potencial ornamental (PICKERSGILL, 1997; STUMMEL e BOSLAND, 2006). O gênero possui cerca de 30 espécies já identificadas (MOSCONE et al., 2007). Dentre estas espécies descritas, apenas cinco são amplamente utilizadas e cultivadas, destacando-se *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens* e *C. baccatum* (RÊGO et al., 2009; LANNES et al., 2007).

As pimenteiras do gênero *Capsicum* spp. destacam-se como um importante segmento do mercado de hortaliças frescas no Brasil, com ênfase nas espécies *C. annuum* L.(pimentão), *C. chinense* Jacq. (pimenta-de-cheiro), *C. frutencens* L. (pimenta malagueta) e *C. baccatum* L. (dedo-de-moça), que são muito consumidas e produzidas, de excelente adaptação às condições de clima tropical e com ampla diversidade genética (ZENI e BOSIO, 2011). A diversidade morfológica dessa espécie, em relação à cor dos frutos, forma, textura, tamanho, aroma, e até mesmo o grau de pungência dos frutos, torna o mercado de pimentas um segmento diversificado, devido à quantidade de subprodutos que podem ser produzidos (RÊGO et al., 2011). Mesmo com tamanha diversidade ainda são poucas as variedades comerciais destinadas a ornamentação.

Os fitomelhoristas estão a cada dia buscando novas técnicas a fim de criar novas variedades, visto que o melhoramento de pimenteira ornamental baseia-se, principalmente, na hibridação, gerando populações segregantes, para a obtenção de linhagens superiores, torna-se fundamental o conhecimento da diversidade entre os acessos, (RÊGO et al., 2013)

O uso da técnica de marcadores moleculares está sendo utilizada na caracterização e discriminação genotípica e identificação de marcadores ligados às características desejáveis em vegetais (SILVA, 1999), possibilitando marcar características de efeito poligênico, por não sofrerem a interferência do ambiente, pois existem espécies que necessitam de décadas de experimentos para obter-se uma informação melhorada. (BARROS et al., 2011).

Quanto à diversidade genética, a chegada da PCR (Reação da Polimerase em Cadeia) permitiu o desenvolvimento de diversas classes de marcadores moleculares amplamente utilizados na avaliação de polimorfismos dentro e entre espécies. (LEITE et al., 2017 & BUSO et al.,2005). A técnica de RAPD (*Random Amplified Polymorphic*

DNA) tem se mostrado atrativa no que diz respeito à simplicidade de execução, além de não requerer conhecimento prévio do genoma em estudo a fim de se desenhar iniciadores específicos. A técnica de RAPD baseia-se na repetição cíclica da extensão enzimática de iniciadores (pequenas sequências complementares de DNA) que se anelam nos dois extremos opostos de uma fita de DNA que serve como molde. Nesta, utiliza-se apenas um único primer ao invés de um par, como na PCR e esse primer tem sua sequência arbitrária, e, portanto, sua sequência alvo é desconhecida (ARAÚJO et al., 2003)

Outra forma de avaliação da diversidade genética é por meio de caracteres fenotípicos, os quais podem ser sistematizados por vários métodos, cuja escolha baseia-se na precisão desejada pelo pesquisador, na facilidade da análise e na forma como os dados foram obtidos (RODRIGUÊS et al., 2010). A caracterização morfoagronômica fornece uma série de informações a respeito da variabilidade genética (GUIMARÃES et al., 2007).

No entanto, devido ao interesse por essas atividades apresentadas pelas pimenteiras como as de uso medicinais, alimentícias e nos benefícios promovidos por ela, existe a necessidade de melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas, e isso pode ser feito com a aplicação de fitorreguladores (VIEIRA; CASTRO, 2004). Os hormônios vegetais são compostos orgânicos de ocorrência natural produzidos nas plantas os quais em baixa ou em altas concentrações pode inibir ou modificar o processo morfológico e fisiológico dos vegetais, por exemplo, as giberelina, as quais têm apresentado resultados favoráveis no aumento do número e o comprimento das células em várias espécies vegetais e tem sido utilizada para modificar o crescimento e desenvolvimento de plantas, além de funcionar como regulador da divisão e alongamento das células (RODRIGUES; LEITE, 2004).

Quando aplicada de forma exógena sobre os vegetais apresentam efeitos sobre a parede celular, promovendo o alongamento dos entrenós em várias espécies, pois o alvo da ação das giberelinas é o meristema intercalar, o qual está localizado próximo à base do entrenó (TAIZ; ZEIGER, 2009). Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar diversidade genética de acessos de pimenteiras ornamentais por meio de marcadores RAPD, e a variabilidade Fenotípica induzida pela aplicação de GA3 em diferentes acessos de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARAUJO, ELISANGELA SOUSA; DOS SANTOS, ANDRÉ MARQUES; DE BIASE, ROGÉRIA GREGIO. **Uso de RAPD para análise de diversidade genética em arroz**. 2003.Funep. 2004.

GUIMARÃES, W.N.R.; MARTINS, L.S.S.; SILVA, E.F.; FERRAZ, G.M.G.; OLIVEIRA, F.J. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p. 37 - 45, 2011. morfológicos e moleculares (RAPD). Lavras: UFLA, 1999. 185 p.

BARROS, Natália Eudes Fagundes de. **Diversidade genética em cultivares de mandioca (Manihot esculenta) da Região Amazônica, padrões de atividade amilolítica e expressão gênica de α -amilase**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MOSCONE EA; SCALDAFERRO MA; GRABIELE M; CECCHINI NM; SÁNCHEZ GARCÍA Y; JARRET R; DAVIÑA JR; DUCASSE DA; BARBOZA GE; EHRENDORFER F. 2007. The evolution of chili peppers (*Capsicum*, solanaceae): a cytogenetic perspective. **Acta Horticulturae** 745:137-170.

Neotropical Biology and Conservation, São Leopoldo, v.6, n.1, p.55-63, 2011. Disponível em:<<http://revistas.unisinos.br/index.php/neotropical/article/view/997/210>>. Acesso em: 17 de Dez 2017. doi: 10.4013/nbc.2011.61.07

PICKERSGILL B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v. 96, p. 129 - 133, 1997.

RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M.; CRUZ, C.D.; FINGER, F.L.; CASALI, V.W.D. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). **Genetic Resources and Crop**, v. 58, p. 909 - 918, 2011.

RODRIGUÊS, H.C.A.; CARVALHO, S.P.; CARVALHO, A.A.; FILHO, J.L.S.C.; CUSTÓDIO, T.N. Avaliação da diversidade genética entre acessos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio de caracteres morfoagronômicos. **Revista Ceres**, v. 57, n. 6, p. 773 - 777, 2010.

LEITE, Paulo Henrique dos Santos. Análise de similaridade genética entre genótipos cultivados de *Capsicum chinense* utilizando marcadores RAPD. 2017.

- RODRIGUES, T de J. D., LEITE, I. C. Fisiologia vegetal – **hormônios das plantas**. Jaboticabal: 2004
- SILVA, A. T. Estudo da divergência genética em acessos de arroz através de marcadores.
- STOMMEL, J.R.; BOSLAND, P.W. Ornamental pepper, *Capsicum annuum*. In: ANDERSON, N. (Ed.). **Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and opportunities for the 21 st Century**. Dordrecht, The Netherlands: Springer, p. 561 – 599, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 819p., 2009.
- RÊGO, E.R.; SILVA NETO, J.J.; BARROSO, P.A.; CAVALCANTE, L.C.; NASCIMENTO, N.F.F.; NASCIMENTO, M.F.; RÊGO, M.M. Diversidade genética e importância relativa de caracteres morfo-agronômicos em geração F3 de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annumm* L.). **Revista Magistra**, v. 25, p. 278, 2013
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 819 p.
- VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill). Cosmópolis: **Stoller do Brasil**. 2004, 47p.
- ZENI, A.L.; BOSIO, F. O uso de plantas medicinais em uma comunidade rural de Mata Atlântica – Nova Rússia, SC.

REFERENCIAL TEÓRICO

Caracterização botânica

O gênero *Capsicum* compreende pimentas e pimentões, pertencem a ordem Solanales, família Solanaceae, subfamília Solanoideae, tribo Solaneae e subtribo Capsicinae (BOSLAND; VOTAVA, 2012). Esse gênero possui cerca de 30 a 35 espécies, onde destas, apenas cinco são domesticadas, sendo elas: *C. annuum*, *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (BOSLAND, 1992; CARRIZO et al., 2013; SCALDAFERRO et al., 2013).

Essas espécies são discriminadas por características morfológicas, visualizadas principalmente nas flores e nos frutos (CARVALHO et al., 2003). As espécies organizadas em três grupos nos quais reúnem indivíduos mais próximos que possam realizar cruzamentos *C. annuum*, mais amplamente distribuído nas Américas e no Mundo, inclui as espécies *C. annuum*, *C. frutescens* e *C. chinense*; o complexo *C. baccatum*, formado pelo menos de três espécies *C. baccatum*, *C. praetermissum* e *C. tovarii*; e o complexo *C. pubescens*, constituído por *C. pubescens*, *C. cardenasii* e *C. eximium* (PICKERSGILL, 1997; BOSLAND ;VOTAVA, 1999).

As espécies do gênero *Capsicum* apresentam-se como planta autógamas, com uma possível taxa de alogamia que segundo Tanksley (1984) pode variar de 0% a 83% sendo facilitada por alterações morfológicas na flor, pela ação de insetos polinizadores, por práticas de cultivo entre outros fatores.

Esse gênero apresenta uma característica ímpar, como a presença de alcaloides que se acumulam na superfície da placenta e são liberados quando o fruto sofre qualquer dano físico tais alcaloides são conhecidos como capsaicinóides, que confere a pungência a alguns frutos dessas espécies (CARVALHO et al., 2003). Os frutos das pimenteiras, além de apresentarem em sua constituição química alcalóides, contêm ainda, água, óleos fixos e voláteis, carotenóides, resinas, proteínas, fibras e elementos minerais. Esse conjunto de compostos químicos confere aos frutos um alto valor nutricional (BOSLAND; VOTAVA, 1999). Sendo a capsaicina muito importante, pois esta ligada a diversos fatores, principalmente, ao fato de ser o princípio ativo que representa as propriedades farmacêuticas das pimenteiras e por ser a principal responsável pela sensação de ardor (NWOKEM et al., 2010; DOMENICO et al., 2011).

Centro de origem das pimenteiras

De acordo com Heiser (1979) o gênero *Capsicum* teve seu descobrimento na época da chegada dos primeiros europeus às Américas, onde ele relata o cultivo de pimentas realizado pelos índios naquela época, as pimenteiras eram as que ocupavam o segundo lugar em importância entre as plantas cultivadas, perdendo apenas para o milho ou para a mandioca (NASCIMENTO, 2014). Moscone (2007), acredita que a Bolívia seja o centro de origem para o gênero, lá encontra-se um ancestral mais próximo para o gênero, o *Capsicum chacoense*. Esbaugh (1983) acredita que ao passar dos anos a *C. Chacoense* sofreu especiação para outras regiões do continente americano, como as regiões Andinas e Amazônicas.

Quanto aos países de origem dessas espécies, os autores acreditam que cada espécie teve um local de origem diferente, Pikergill (1997), relata que *Capsicum annuum* teve origem em terras altas do México, incluindo a maioria das pimenteiras mexicanas, pimenteiras quentes da África e Ásia, e muitas das cultivares de pimenta doce crescidas em países temperados. Quanto à espécie *Capsicum chinense* foi originalmente encontrada na bacia do rio Amazonas, mas está comercialmente distribuída por todo o Sul e Norte do Brasil, devido a sua adaptabilidade a diferentes condições de solos e climas, e seu popular aroma cítrico, essa espécie de pimenteira apresenta variabilidade em seus frutos quanto ao tamanho, forma e cor, com diferentes intensidades, indo desde o amarelo até o vermelho, quando maduro (MONTEIRO et al.; 2006, LANNES et al., 2007; REIIFSCHNEIDER, 2000).

Yamamoto e Nawata (2005) observaram que a espécie de *Capsicum frutescens* está distribuída por toda a América Central e planícies da América do Sul, e também em outras regiões tropicais e subtropicais, tais como Ásia, África, e ilhas do Pacífico. *C. frutescens* é geralmente muito picante e tem um sabor característico que realça o gosto dos alimentos locais nos trópicos. *C. baccatum* var. *baccatum* possui ampla distribuição geográfica, enquanto *C. baccatum* var. *praetermissum* é exclusiva do Brasil, ou seja, é endêmica (MOREIRA 2008). Acredita-se que essa especiação foi dada por pássaros, que em seus momentos migratórios naturais levaram as sementes para os outros locais (BOSLAND, 1997).

Importância Econômica das pimenteiras

As pimenteiras podem ser utilizadas com diferentes utilidades como matéria-prima para as indústrias alimentícia (conservas, molhos, pimentas desidratadas, embutidos, geléias, ketchups e maioneses) (CARVALHO et al., 2006), farmacêutica, cosmética e atualmente como o uso ornamental (YAMAMOTO e NAWATA., 2005).

As pimenteiras ornamentais têm tido grande destaque e uma boa aceitação pelo mercado consumidor, sendo popular na Europa tornando-se conhecida nos Estados Unidos. O mercado de pimenteiras é um segmento com grande potencial de crescimento em todos os continentes, tanto para consumo *in natura* quanto para o processamento. Essa cultura vem se destacando na aceitação dos produtores, devido a sua variedade de produtos (DOMENICO et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2014; PESSOA 2016)

Algumas características importantes fazem com que as pimenteiras venham se destacando quanto a crescente aceitação pelo mercado consumidor através de sua utilização para uso ornamental, com atributo valor estético, por apresentar porte pequeno, folhas variegadas, frutos coloridos e eretos. Dentre as plantas ornamentais em vaso, as pimenteiras têm se destacado pela crescente aceitação pelo mercado consumidor, fazendo a diferença na variedade de produtos das floriculturas (RÊGO et al., 2011a; FINGER et al., 2012).

Em pimenteiras, assim como em outras culturas, o melhoramento busca a seleção e a recomendação dos acessos mais produtivos, sendo importante ainda que a planta apresente estabilidade na qualidade e na quantidade do produto comercial, como por exemplo, tamanho da planta. Geralmente para uso ornamental vem se trabalhando diminuir porte e observando como a mesma se adapta ao vaso, tamanho da flor, cores dos frutos nos diferentes estágios de maturação dos mesmos (SAPUCAY et al., 2010).

A diversidade do gênero *Capsicum* tem sido utilizada por programas de melhoramento genético, esses programas consistem, principalmente, da seleção dentro de populações já existentes, permitindo melhorias na produção, resistência a doenças e pragas, qualidade dos frutos para comercialização como: aparência, resistência ao armazenamento prolongado, processamento e qualidade nutricional (CASALI; COUTO, 1984; RÊGO et al., 2011a). Pois para ornamental nem toda cultivar de pimenteira se adapta bem em vaso, havendo variação até mesmo dentro de uma mesma espécie, apenas aquelas que apresentam porte reduzido e harmonia da planta no vaso são as que mais se adaptam para o cultivo com finalidades ornamentais (RÊGO et al., 2011b).

Poucas variedades com potencial ornamental são encontradas no Brasil, embora os bancos de germoplasma de *Capsicum* possuam acessos que podem ser utilizados com objetivo de criar novas variedades de pimenteiras ornamentais (NEITZKE et al., 2010).

As cultivares de pimenteiras ornamentais merecem destaques entre as plantas cultivadas para este propósito, pois são plantas de fácil propagação e cultivo, com a fase vegetativa relativamente curta e com grande valor estético. A diversidade genética existente numa população possibilita a seleção de genitores geneticamente distantes para cruzamentos, que ao serem cruzados serão os mais convenientes para produzir elevado efeito heterótico na progênie e obter maior variabilidade genética em gerações segregantes (OLIVEIRA et al., 1998; SUDRÉ et al., 2005; RÊGO et al., 2011a).

Uso de marcadores moleculares RAPD em *Capsicum*.

Devido a importância desse gênero, novas técnicas de estudo para detectar a diversidade genética e a evolução do grupo das pimenteiras estão sendo realizados com base não só na morfologia da planta, mas, na citologia e no DNA genômico (LUZ, 2007). O uso de marcadores moleculares é uma ferramenta complementar para a caracterização de germoplasma e, conseqüentemente, para a identificação de populações e raças primitivas (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1996).

O RAPD é uma variação da técnica de PCR que utiliza um único primer de dez nucleotídeos e com sequência arbitrária as bases moleculares do polimorfismo de RAPD são mutações de um ponto, ou deleções no sítio de pareamento do primer, ou inserções entre os sítios de pareamento, deixando-os a uma distância tal que impossibilita a sua amplificação. (WILLIAMS et al., 1990). O RAPD é uma técnica de fácil execução e aplicável a qualquer tipo de organismo, são marcadores de alelos dominantes onde a presença de uma banda no gel é alelo dominante e a ausência significa alelo recessivo o (polimorfismo de comprimento de fragmentos amplificados). Uma das limitações do RAPD é o baixo conteúdo de informação genética por loco (BORÉM e CAIXETA, 2009).

Avaliar a diversidade genética no gênero *Capsicum* é necessário, pois fornece parâmetros para identificação de genitores que produzam maiores efeitos heteróticos na progênie e aumentam a probabilidade de obter acessos superiores nas gerações segregantes (SUDRÉ et al., 2005; RÊGO et al., 2009; COSTA et al., 2016;). O uso abundante de marcadores polimórficos de DNA elimina as limitações associadas a

caracterizações morfológicas e especialmente bioquímicas, para variedades intimamente relacionadas.

Os motivos para a identificação de variedades de plantas comerciais são muitos: certificação de sementes, direitos de variedades vegetais descrição e proteção de germoplasmas. Os ensaios aleatórios baseados em amplificações de DNA polimórfico (RAPD) podem produzir uma abundância de marcadores (RODRIGUES et al., 2016; REGO et al., 2011).

Usando caracterização morfo-agronômica, marcadores com alta herdabilidade de fácil indentificação e de pequenas interações de acesso x ambiente devem ser considerados, e essas características permitem a identificação, preservação e transferência de novas fontes de variação genética (BENTO et al., 2007; RÊGO et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2012). A caracterização molecular tem sido uma ferramenta útil para a avaliação da diversidade genética em diferentes espécies de plantas.

Giberelinas

Fitting (1909), definiu hormônio vegetal no contexto das plantas, ele utilizou o, termo para descrever o fenômeno de senescência induzida pela fertilização da flor em orquídeas. Atualmente, os fitohormônios são definidos como mensageiros químicos na comunicação entre células, tecidos e órgãos das plantas superiores (DAVIES; 2007).

Dentre as classes de fitohormônios já bem caracterizadas nos planos estrutural e funcional, destacam-se as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico. Os hormônios auxinas e citocininas são os principais controladores da dominância apical. O ácido abicisico (ABA) ocorre desde o ápice da raiz até o ápice vegetativo, incluindo folhas, gemas, frutos, sementes, xilema e floema. O etileno exerce vários efeitos no crescimento e desenvolvimento das plantas, tais como germinação desenvolvimento da plântula, floração, amadurecimento de frutos, senescência e abscisão e respostas aos estresses (KUCERA et al., 2005)

As giberelinas foram descoberta em 1926, por Kurosawa, pesquisador japonês que observou em plantio de arroz de alguns agricultores que as plantas tinha um crescimento exagerado, isso devido ao alongamento do caule, e esse alongamento causava um “tombamento”, que eles chamavam de “*bakanae*”, e os sintomas foram atribuídos ao fungo que se chamava *Gibberella fujikuroi*, o mesmo produzia uma

toxina denominada Giberelina, com o passar do tempo, ele observou que ocorria de forma natural em plantas superiores (TAKATA,2012 ; STOWE ; YAMAKI, 1957).

Os estudos foram avançando e na década de 30, no Japão, foram obtidos cristais de outros dois compostos ativos, de origem fúngica, denominados giberelina A e B. e logo depois, na década de 50, a Imperial Chemical Industries (ICI), na Inglaterra, e no Departamento de Agricultura (USDA) dos EUA, criaram uma estrutura química do material purificado a partir de filtrados do fungo, denominando-o de ácido giberélico. Nessa área e nessa mesma época na Universidade de Tóquio, foram isoladas, a partir da giberelina A, três novas giberelinas: A1 A2 e A3 (CID et al., 2000)

Atualmente sabe-se que existe uma família vasta de giberelinas, porém, o ácido giberélico era sempre o principal componente, sendo o que define as giberelinas é elas apresentarem uma característica estrutural comum que as define como uma família de moléculas derivadas de uma estrutura em anel ent-caureno (COSTA, 2012).

A giberelina é um diterpeno cíclico, sendo uma molécula que possui entre 19 e 20 carbonos, atualmente o número de giberelinas identificados já é bem vasto, embora poucas possuam algum efeito fisiológico, sendo que a maioria são formas intermediárias de GA e dentre as que possuem maior atividade estão o GA1, GA3, GA4, GA7, GA9 e GA20 (DAVIES, 2007).

O ácido giberélico (GA3) é entre as giberelinas um dos mais usados para manipular o crescimento de plantas, por promover o crescimento do caule, estimular a expansão e divisão celular e acentuar a expressão da dominância apical em plantas (SILVA; 2010;TAIZ; ZEIGER, 2004; WEISS; ORI, 2007). A germinação e superação de dormência também são causadas pela ação da giberelina, onde atua, principalmente, na produção de enzimas responsáveis pela degradação das reservas (FINCH-SAVAGE e LEUBNER-METZGER, 2006).

As giberelinas (GA) estão envolvidas na expressão sexual de flores em curcubitáceas e sua presença provoca a formação de flores masculinas (YIN e QUINN, 1995). Elas atuam efetivamente no desenvolvimento de vegetais quando aplicada exógenamente, podendo estar associada ou não a outros grupos hormonais, como auxinas e citocininas, e que, semelhante às auxinas, também atuam no desenvolvimento do caule das plantas, em função do alongamento e divisão celular, no pagamento e desenvolvimento frutos e no desenvolvimento, principalmente com a aplicação exógena (DAVIES, 2004).

Todas as giberelinas são diterpenóides tetracíclicos constituídos de quatro

unidades de isoprenóides. A unidade biológica isopreno é o isopentenilpirofosfato (IPP), e que seu precursor era o ácido mevalônico, mas de acordo com alguns estudos é possível afirmar que existe duas rotas uma dependente e outra independente do ácido mevalônico, sendo a primeira, associada à biossíntese do esterol que ocorre no citossol e a segunda, associada à biossíntese de carotenóides e compostos associados, ocorre no cloroplasto. De acordo com os estudos a cerca das giberelinas é possível observar que elas acontecem em três fases para a formação da GA: ciclização (síntese de caureno), oxidação e formação de GA (COSTA, 2002).

O uso de GA3, em vegetais interfere no crescimento das plantas, possibilitando uma relação mais equilibrada entre a parte reprodutiva e vegetativa além de melhorar a produção de pimenteiras qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas (VIEIRA 2008; CASTRO, 2004).

O efeito do ácido giberélico foi observado em estudos com frutos de tomate partenocárpico, onde a aplicação de GA3 na fase inicial de desenvolvimento dos frutos preveniu a senescência e induziu o rápido crescimento dos frutos em relação à autopolinização (AGUERO et al., 1996).

Uma das mais importantes propriedades fisiológicas das giberelinas é que podem induzir floração em plantas mantidas em condições não indutivas. Dependendo da espécie, a aplicação de giberelinas pode regular a juvenalidade em ambos os sentidos. Em plantas monóicas (produtoras de flores masculinas e femininas ou hermafroditas). As giberelinas têm apresentado resultados favoráveis no aumento do número e no comprimento das células em várias espécies vegetais e tem sido utilizada para modificar o crescimento e desenvolvimento de plantas, além de funcionar como regulador da divisão e alongamento das células (RODRIGUES; LEITE, 2004).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUERO, M. S.; Granell, A.; Carbonell, J. 1996. Expression of thiol proteases decreases in tomato ovaries after fruit set induced by pollination or giberellic acid. **Plant Physiology**, 98: 235-240.
- BORÉM, A.; CAIXETA, E.T. **Marcadores moleculares**. Viçosa-MG: UFV, 2009. 532p
- BOSLAND PW; VOTAVA EJ. 1999. **Peppers: vegetable and spice Capsicums**. New York: CABI Publishing. p. 66-83.
- BOSLAND, P. W. (1992). Capsicum: Innovative uses of an ancient crop. **Progress in new crops**. ASHS Press, Arlington, VA, 479-487p.
- BOSLAND, Paul W.; VOTAVA, Eric J.; VOTAVA, Eric M. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. Cabi, 2012.
- BOSLAND, PW; IGLESIAS, J; GONZALEZ, MM. 1997. 'NuMex Centennial' and 'NuMexTwilight' ornamental chiles. **Hort Science**. 29(9): 1090p.
- CARRIZO, G. S., Sterpetti, M., Volpi, P., Ummarino, M., Saccardo. F. (2013). Wild *Capsicums*: Identification and in situ analysis of Brazilian species. **Xvth EUCARPIA Meeting on genetics and breeding of Capsicum and Eggplant**. Torino, Italy. 205-213p.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) Da **Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.
- CARVALHO, S.I.C. de; BIANCHETTI, L.B.; RIBEIRO, C.S. da C.; LOPES, C.A. Pimentas do Gênero *Capsicum* no Brasil. Brasília: **Embrapa Hortaliças**. 2006, 23p.
- CASALI, VWD.; Stringheta, PC. Melhoramento de pimentão e pimenta para fins industriais. **Informe Agropecuário** 113: 23-25. 1984.
- CASTRO, E. F. C. **A floricultura no Brasil**. 1993 Disponível em: Acesso em: 12 mai. 2004
- CID, L.P.B. Introdução aos hormônios vegetais. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2000. 180p.
- CISNEROS-PINEDA, O.; TORRES-TAPIA, L. W.; GUTIÉRREZ-PACHECO, L. C; CONTRERAS-MARTÍN F.; GONZÁLESESTRADA, T.; PERADA-SÁNCHEZ, S. R. Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of, Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**. n.104, p. 1755-1760, 2007

- COSTA, F.R.; PEREIRA, T.N.S.; SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R. Marcadores RAPD e caracteres morfoagronômicos na determinação da diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões. **Ciência Rural**. Vol. 39, p. 696-704, 2016.
- COSTA, F.R.; PEREIRA, T.N.S.; SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R. Marcadores RAPD e caracteres morfoagronômicos na determinação da diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões. **Ciência Rural**. Vol. 39, p. 696-704, 2012
- COSTA, L. M; CIVELLO, M. P; CHAVES, R. A. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20 CA outra dimensão da dimensão fractal. **In-Ciência Hoje**, São Paulo: SBPC, n. 183, p. 40-47, jun. 2002.
- COSTA, Roberto Cezar Lobo. Ministério da Educação Universidade Federal Rural da Amazônia Instituto de Ciências Agrárias Disciplina: **Fisiologia Vegetal**. 2012
- DOMENICO, Carolina Iatesta. **Caracterização agronômica e pungência em pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.)** 2012. 38f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola)
- ESHBAUGH, W. H. History and exploitation of a serendipitous new crop discovery. In: JANICK, J. And SIMON, J.E. New York: **New crops**, 1993. P. 132-139.
- FERREIRA. M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 3a ed. Brasília: **EMBRAPA – CENARGEN**, 1996. 220p.
- FINCH-SAVAGE, William E.; LEUBNER-METZGER, Gerhard. Seed dormancy and the control of germination. **New phytologist**, v. 171, n. 3, p. 501-523, 2006.
- FINGER, FL. 2012. Caracterização fenotípica para caracteres de porte em família F2 de pimenteiras ornamentais. **Horticultura Brasileira** 29: S2909-S2916.
- FITTING, Hans. Die Beeinflussung der Orchideenblüten durch die Bestäubung und durch andere Umstände. **Zeitschrift für Botanik**, v. 1, p. 1-86, 1909.
- HEISER, C. B. Jr. Peppers – *Capsicum* (Solanaceae). IN: SIMMONDS, N. W. **Evolution of crop plants**. Longman, 1979, p. 265-273
- KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNERMETZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, n. 15, p. 281–307, 2005.
- LANNES, s.d.; finger, f.l.; schuelter, a.r.; casali, v.w.d. Growth and quality of brazilian

accessions of *capsicum chinense* fruits. **Scientia horticulturae**, v.112, p.266- 270, 2007

LUZ, F. J. de F. **Caracterização morfológica e molecular de acessos de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq)**. (Tese de doutorado) – UNESP, Jaboticabal. 2007. 81p.

MONTEIRO, ELIANE RODRIGUES Identificação botânica e divergência genética em pimentas do gênero *Capsicum* spp. / Eliane Rodrigues Monteiro – Teresina: EDUFPI, 2006. 66f.

MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, p. 16-29, 2008.

MOSCONE EA; Scaldaferro MA; Grabiele M; Cecchini NM; Sánchez Garcia Y; Jarret R; Da Vinã JR; Ducasse DA; Barboza GE; Ehrendorfer F. 2007. The evolution of Chili Peppers (*Capsicum* - Solanaceae): a cytogenetic perspective. **VI International Solanaceae Conference: Genomics Meets Biodiversity. Acta Horticulturae** 745: 137-170.

NASCIMENTO, M. F., Rêgo, E. R., Nascimento, N. F., Santos, R., Bruckner, C. H., Finger, F. L., & Rêgo, M. M. (2014). Correlation between morphoagronomic traits and resistance to ethylene action in ornamental peppers. **Horticultura Brasileira**, 33(2), 151-154

NEITZKE RS, Barbieri RL, Rodrigues WF, Corrêa IV; Carvalho FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Hort. Bras.** 28: 47-53.

NUEZ-VIÑALS, F.; DÍEZ, M.J.; RUIZ, J.J.; FÉRNANDEZ de CÓRDOVA, P.; COSTA, J.; CATALÁ, M.S.; GONZÁLEZ, J.A.; RODRIGUEZ, A. Catálogo de semillas de pimienta. Ministério de Agricultura, **Pesca y Alimentación (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria)**. Madrid. 108p. 1996.

NWOKEM, C. O; AGBAJI, E. B; KAGBU, J. A; EKANEM, E. J. Determination of capsaicin content and pungency level of five different peppers grown in Nigeria. **Science Journal**, v.3, p.17-21, 2010.

OLIVEIRA VR; Scapim CA; Casali VWD. 1998. Diversidade genética e eficiência da predição do comportamento. **Acta Scientiarum**. 20(3):263-267, ISSN 1415-6814.

PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v.96, p.129-133, 1997

RÊGO ER, Rego MM and Farias-Filho LP (2011b). Genetic diversity in pepper (*Capsicum* spp.) by RAPD marker. In: XXVIII International Horticultural Congress on

Science and Horticulture for People (IHC2011): **III International Symposium** 918: 341-347.

RÊGO ER, Rêgo MM, Cruz CD, Finger FL, et al. (2009). **Diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*)**. *Euphytica* **168**: 275-287. <http://dx.doi.org/10.1007/s10681-009-9947-y>

RÊGO, ER; Finger, FL; Nascimento, NFF; Araújo, ER e Sapucay, MJLC. 2011a Genética e melhoramento de pimenteiras. In: Rêgo; E.R. Finger, F.L. Rêgo, M.M. (Org.). **Produção, Genética e Melhoramento**.

RÊGO,ER; Finger, FL; Nascimento, MF; Barbosa, LAB; Santos, RMC. 2011b Pimenteiras Ornamentais. In: Rêgo; E.R. Finger, F.L. Rêgo, M.M. (Org.). **Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (*Capsicum* spp.)**. 1 ed. Recife - PE: Imprima, v. 1, p. 205-223

REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Org.) *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília:Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. **Embrapa Hortaliças**, 2000. 113p.

RODRIGUES, Rosana; DA COSTA BATISTA, Fabiane Rabelo; MOULIN, Monique Moreira. Molecular Markers in *Capsicum* spp. Breeding. In: **Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.)**. Springer, Cham, 2016. p. 81-95.

RODRIGUES, T de J. D. , LEITE, I. C. Fisiologia vegetal – **hormônios das plantas**. Jaboticabal: Funep. 2004.

SAPUCAY, Moryb Jorge Lima da Costa e Interação entre acessos e anos (GxA) para produção e qualidade de frutos em pimenteiras.: Interação entre acessos e anos (GxA) para produção e qualidade de frutos em pimenteiras. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 50, 2010, Guarapari Espírito Santo. ([SUPLEMENTO](#) - CD Rom). Guarapari Espírito Santo: **Hortic. Bras**, 2010. v. 28, p. 2399 - 2405.

SCALDAFERRO, M. A., GRABIELE, M., & MOSCONE, E. A. (2013). Heter chromatintype, amount and distribution in wildspecies of chili peppers (*Capsicum*, Solanaceae). **Genetic resources and cropevolution**, 60(2), 693-709.

STOWE, B. B.; YAMAKI, T. The history and physiology of the gibberellins. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 8, p. 181-216, 1957.

SUDRÉ CP, Rodrigues R, Riva EM, Karasawa M, et al. (2005). Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Hortic. Bras**. 23: 22-27. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000100005>

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3a edição. Porte Alegre: Artmed, 2004. 719

p.

TAKATA, William Hiroshi Suekane, 1987- T136f **Florescimento e frutificação de pitaya vermelha com diferentes concentrações e épocas de aplicação de GA3.** - Botucatu : [s.n.], 2012.

TANKSLEY, S. D. High rates of cross-pollination in chile pepper. **Hortscience**, v. 19, n. 4, p. 580-582, 1984.

VIEIRA, Marcos Ribeiro da Silva. **Aplicação de ácido giberélico na qualidade e na bioquímica de hastes de crisântemo CV.** Faroe. 2008

WEISS, David; ORI, Naomi. Mechanisms of cross talk between gibberellin and other hormones. **Plant physiology**, v. 144, n. 3, p. 1240-1246, 2007.

WILLIAMS, J. G. K.; KUBELIK, A. R.; LIVAK, K. J.; RAFALSKI, J. A.; TINGEY, S. V. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research**, v. 18, n. 22, p. 6531–6535, 1990.

YAMAMOTO, S.; NAWATA, E. *Capsicum frutescens* L. In southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. **Economic Botany**, v. 59, n. 1, p. 18-28, 2005.

YIN, T.; QUINN, J. A. Tests of mechanistic modelo f one hormone regulating both sexes in *Cucumi sativus* (Curcubitaceae). **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 82, p. 1537-1546, 1995.

Capítulo 1

Diversidade genética entre acessos de pimenteiras ornamental acessada por marcadores RAPD

RESUMO

A espécie de *Capsicum annuum* é uma fonte importante de três antioxidantes naturais: vitamina C, carotenóides e vitamina E. A identificação de progenitores superiores e contrastantes é crítica em um programa de melhoramento. E foi realizado através da avaliação de marcadores morfológicos, agronômicos e, mais recentemente, moleculares. O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética entre acessos de pimentão ornamental *C. annuum* por meio de marcadores RAPD. O DNA genômico foi extraído de folhas jovens de 18 acessos de *C. annuum* e utilizando o método CTBA. Nas reações de amplificação de RAPD, 15 primers, (MEP-01 a MEP-15). As marcas obtidas foram convertidas em uma matriz binária, a partir da qual a matriz de dissimilaridade genética foi construída utilizando a distância binária de Sokal e a construção do dendrograma, foi utilizado o método de Ward. O par de acessos mais semelhante foi de 355 x 348 (0,220), enquanto o par mais diferente de acessos foi de 4 x 17 (0,855). A população avaliada apresentou alta diversidade genética, originando cinco grupos da análise de agrupamento hierárquico de Ward, os acessos 355 e 137 apresentaram maior distância genética entre os acessos. O método de agrupamento de Tocher observou a formação de cinco grupos onde os acessos 001 e 356 apresentaram grupos maiores, estes devem ser utilizados como genitores no programa de melhoramento, uma vez que a variabilidade é uma condição fundamental para o processo de seleção.

Palavras-chave: *Capsicum*, polimorfismo, seleção, variabilidade

Capitulo1

Genetic diversity among accessions of ornamental peppers accessed by RAPD markers

ABSTRACT

The *Capsicum annuum* species is an important source of three natural antioxidants: vitamin C, carotenoids and vitamin E. Identification of superior and contrasting parents is critical in a breeding program. And it has been performed through the evaluation of morphological, agronomic, and more recently, molecular markers. The objective of this work was to evaluate the genetic diversity between accessions of ornamental pepper *C. annuum* by means of RAPD markers. The genomic DNA was extracted from young leaves of 18 accessions of *C. annuum* and using the CTBA method. In the RAPD amplification reactions, 15 primers, (MEP-01 to MEP-15). The obtained marks were converted into a binary matrix, from which the genetic dissimilarity matrix was constructed using the Sokal binary distance and the construction of the dendrogram, the Ward method was used. The most similar pair of accesses was 355 x 348 (0.220), while the most dissimilar pair of accessions was 4 x 17 (0.855). The population evaluated showed high genetic diversity, originating five groups from Ward hierarchical cluster analysis, accessions 355 and 137 presented greater genetic distance between the accessions. The Tocher grouping method observed the formation of five groups where the accessions 001 and 356 presented larger groups, these should be used as parents in the breeding program, since the variability is a fundamental condition for the selection process.

Key words: *Capsicum* polymorphism, selection, variability

INTRODUÇÃO

As pimenteiras e pimentões pertencem ao gênero *Capsicum*, e sempre foram usadas pelos índios e civilizações antigas para tornar os alimentos mais agradáveis ao paladar, além de serem utilizadas como conservantes em alimentos, são fontes de antioxidantes naturais como a vitamina E, vitamina C e carotenoides (RÊGO et al., 2016). No Brasil, as pimenteiras são cultivadas nas regiões do Sudeste e centro-Oeste, se tornando as áreas mais produtoras (WAGNER, 2003). Esse mercado de hortaliças era considerado secundário e de baixo consumo, isso devido ao pequeno volume que era comercializado, atualmente esse quadro, vem sofrendo fortes transformações e assumindo grande importância para o país. (RÊGO et al., 2015).

Tradicionalmente os fitomelhoristas têm utilizado descritores morfoagronômicos para o registro e lançamento de novas variedades ainda que a caracterização de cultivares feita desta forma continue sendo predominante e importante, existem as limitações deste tipo de descritores gerado a necessidade de busca de novas alternativas que gerem maior confiança para os dados obtido, uma das alternativas é uso de marcadores moleculares e bioquímicos, (BASTIANEL et al., 1998). Atualmente, existem inúmeros marcadores moleculares e a escolha dos mesmos vai de depender de alguns fatores com alguns fatores, tais como nível de tecnologia e recursos financeiros disponíveis.

Nos casos em que não se tem acesso a tecnologias como a de sequenciamento prévio do genoma, por exemplo, marcadores moleculares de sequência arbitrária podem ser rápidos e facilmente utilizados para iniciar a avaliação da diversidade genética de recursos vegetais (VELASCO-RAMÍREZ et al., 2014). A técnica de RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) utiliza iniciadores arbitrários curtos (geralmente decâmeros), os quais resultam na amplificação de vários produtos de DNA na mesma reação de PCR, sendo estes derivados de uma região do genoma que contém dois segmentos homólogos aos iniciadores, em fitas opostas de DNA e, suficientemente próximos para que a amplificação ocorra (BELARMINO et al., 2016; WILLIAMS et al., 1990).

Em *Capsicum*, os marcadores baseados em RAPD têm sido utilizados no estudo de diversidade de diferentes acessos de *Capsicum* (BATISTA et al., 2016 IBIZA et al., 2011 THUL et al., 2012). Portanto, este trabalho teve como, objetivo avaliar a

diversidade genética entre acessos de pimenteiras ornamentais *Capsicum annuum* L., por meios de marcadores RAPD.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local da realização do experimento e material experimental utilizado

O experimento foi desenvolvido no laboratório de Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Estado da Paraíba, Brasil. Foram utilizados 18 genótipos de pimenteiras ornamental (*C. annuum* L.) pertencentes ao Banco de Germoplasma do CCA-UFPB: UFPB-001,UFPB-004,UFPB-045,UFPB-046,UFPB-77.3,UFPB-099,UFPB-132,UFPB-134,UFPB-137,UFPB-340,UFPB-348,UFPB-355,UFPB-356,UFPB-443,UFPB-449,UFPB VERMELHO,UFPB LARANJA, além de uma cultivar comercial de pimenteira ornamental, a CALIPSO, todos os genótipos foram selecionados de acordo com a caracterização fenotípica e o potencial para uso ornamental dados não mostrado.

Os acessos foram autofecundados e semeados em bandejas de isopor (poliestireno) de 180 células preenchidas com substrato comercial (Plantmax[®]) e quando apresentaram, pelo menos, seis folhas definitivas foram transplantadas para vaso plástico 900mL contendo o mesmo substrato, cultivadas em casa de vegetação. As folhas de todos os indivíduos foram coletadas, identificadas e armazenadas em freezer para a realização desse experimento.

Extração e quantificação do DNA

Cerca de 200 mg de tecido foliar jovem foi macerado com N₂ líquido em um cadinho com um pistilo e transferidos para tubos de 1,5 mL para a extração de DNA de acordo com o protocolo de Ferreira e Grattapaglia (1995).

Foram adicionados aos eppendorf contendo as amostras, 700 µL de tampão de extração CTAB 2% (c/β-mercaptoetanol). Este material foi incubado a 65°C por 30 minutos e agitado suavemente a cada 10 minutos, e posteriormente, adicionados 600µL de CIA (Clorofórmio: álcool isoamílico 24:1(vv)), agitado e centrifugado a 13400rpm por 10 minutos.

O sobrenadante (600 µL) foi transferido para um novo tubo devidamente identificado e adicionado igual volume de fenol: clorofórmio: álcool isoamílico, para se efetuar a desproteinização. O material foi agitado por um minuto e centrifugado a 13400rpm por 5 minutos.

Novamente, o sobrenadante foi transferido para um novo tubo (400 μ L). Em seguida, 40 μ L do volume do tampão de lavagem foram adicionados, sendo as amostras homogeneizadas por inversão durante 5 minutos. Foram adicionados 500 μ L CIA e centrifugado a 13400 rpm por 5 minutos. O sobrenadante (280 μ L) foi transferido para um novo tubo, e os ácidos nucleicos foram precipitados pela adição de 185 μ L de isopropanol ou (álcool isopropílico) gelado e centrifugado a 13400 rpm por 5 minutos. Foi feito o descarte do sobrenadante, e o precipitado, lavado duas vezes com 500 μ L de etanol a 70 % e uma vez com etanol a 95%, para retirada de sal presente (entre cada lavagem, o material foi centrifugado a 13400 rpm, durante 5 minutos). Após o descarte do último sobrenadante, o material foi seco em condições naturais até que o etanol estivesse removido. Em seguida, o material foi ressuspensionado em 60 μ L de solução TE (Tris-EDTA – 10 mmol L⁻¹ Tris-HCl, 1 mmol L⁻¹ EDTA, pH 8,0). A quantificação da qualidade do DNA utilizou-se um gel de agarose de 0.8%, corado em solução de brometo de etídeo (0.2mg/L).

Para eliminação do RNA, misturou-se 10 μ L do DNA com 0.5 μ L de RNase e foi incubado em banho-maria a 37 °C por 12 minutos. Logo após, deixar o material atingir a temperatura ambiente e adiciona 1.5 μ L de NaCl 5M e 4.9 μ L de isopropanol gelado, para o material precipitar novamente. Incubou-se na geladeira a 4°C por 2 horas, em seguida centrifuga-se a 14000 rpm por 10 minutos. Descartou-se o sobrenadante, e o precipitado foi lavado duas vezes com 500 μ L de etanol a 70 % (entre cada lavagem, o material foi centrifugado a 13400 rpm durante 5 minutos). Descartou o excesso de etanol e o material foi ressuspensionado em tampão TE e armazenado a – 20 °C.

Reação de RAPD

As reações de amplificação do DNA foram feitas utilizando-se um volume final de 25 μ L, sendo 23 μ L de Master Mix (Tampão 1x + MgCl₂ 3 mM + dNTP 200 mM + primer 1 mM + Taq DNA polimerase 1 U) e 2 μ L de DNA genômico da amostra. Para a obtenção das marcas de RAPD foram utilizados 15 iniciadores (Operon Technologies Inc., Alameda, CA, EUA) conforme descrito abaixo

Tabela 1. Sequência dos 15 iniciadores utilizados nas reações de RAPD com suas respectivas sequências de bases.

INICIADORES	SEQUÊNCIA 5'→ 3'
MEP – 01	AGACGGCTCC
MEP – 02	GTTACGGACC
MEP – 03	GGGCGACTAC
MEP – 04	GTGCGCAATG
MEP – 05	TCGCATCCAG
MEP – 06	CAGAAGCGGA
MEP – 07	CACAGCGACA
MEP – 08	CAAAGCGCTC
MEP – 09	TCCCCATCAC
MEP – 10	TGCGGGTCCT
MEP – 11	CAGGATTCCC
MEP -12	GTGGAGTCAG
MEP -13	AAGTCCGCTC
MEP -14	CAGCACTGAC
MEP -15	GACAGGAGGT

As reações de amplificação foram efetuadas em um termociclador com o seguinte programa: desnaturação inicial de 94 °C por 3 minutos; 40 ciclos, sendo cada ciclo constituído da seguinte sequência: 15 segundos a 94 °C, 30 segundos a 34 °C e 60 segundos a 72 °C; após os 40 ciclos foi realizada a extensão final a 72 °C por sete minutos. Os produtos da amplificação foram separados por eletroforese, em cuba horizontal, contendo tampão TAE 0,5 X, conforme descrito no item anterior.

Diversidade genética

Através da leitura das bandas no gel, foi construída uma matriz binária, (0,1) em que (0) indicava ausência e (1), a presença de bandas; a partir da qual foi estimada as distâncias genéticas entre os indivíduos, gerando uma matriz de dissimilaridade, por meio do complemento aritmético (1-C) do coeficiente de dissimilaridade de Sokal

(1962). A matriz de distâncias genéticas foi utilizada para realizar a análise de agrupamento por meio do método descrito por Ward. Para o corte no dendrograma, adotou-se o critério proposto por Mojema (1977), o qual é baseado no tamanho relativo dos níveis de fusões (distâncias) no dendrograma. Também foi calculado o coeficiente de correlação cofenética e realizada a análise dos componentes principais e também o Método de Tocher os quais se basearam na matriz de distâncias genéticas, de modo a dispor os indivíduos em um gráfico tridimensional de dispersão. Todas as análises foram realizadas utilizando o Programa Genes (CRUZ, 2016). Neste trabalho foi considerado loco polimórfico, aquele em que a frequência do alelo mais comum seja igual ou superior a 0,95 de acordo com os critérios estabelecidos por Nei (1975).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos 15 iniciadores utilizados foi possível gerar um total de 206 bandas amplificadas, distribuídos em 40 locos contabilizando nenhum loco monomórfico, contabilizando um total de 100% de polimorfismo, os primers 1, 2,3 5,6 e10 foram os que apresentaram os maiores números de amplificações (Tabela 1). Estes resultados evidenciaram a diversidade genética entre os 18 genótipos de *Capsicum* avaliados. O número de iniciadores amplificados variou de 67 (MEP-02) a 0 (MEP -09), (MEP -10), (MEP-10), (MEP -11), (MEP -12). A ausência de produtos de amplificação para os iniciadores (MEP -9, 10, 11e 12) Possivelmente seja devido ao não “anelamento” do iniciador à fita- molde de DNA. O número de fragmentos polimórficos variou de 8 (MEP -02) a 0 (MEP -9), (MEP -10), (MEP -11), (MEP -12).

Os demais iniciadores foram eficientes à medida que produziram bandas nítidas e intensas (Figura 1). E altamente polimórficos, com uma média de 18,72 bandas, por primer. Costa et al., (2016), trabalhando com diversidade genética de pimenteiros ornamentais usando 17 marcadores RAPD, reportam uma taxa de apenas 3,41% de polimorfismo. Binneck, Nedel e Dellagostin (2002), e Wamser et al., (2014) explicaram as diferenças encontradas no número de bandas por iniciadores, deve-se a competição entre produtos da PCR, podendo gerar bandas distintas e instáveis, tornando-se um reflexo direto do grau da competitividade do sítio do primer e variando com fatores como a complementaridade ao primer e estruturas secundárias da fita molde de DNA.

Tabela 2. Oligonucleotídios RAPD, sequências de nucleotídeos, número total de bandas amplificadas, número de locos polimórficos e monomórficos e de porcentagem de locos polimórficos entre 18 genótipos de Pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*) do Banco de Germoplasma da Universidade Federal da Paraíba do Centro de Ciências Agrárias CCA-UFPB

Iniciador	Sequência 5'→ 3'	Nº total de bandas amplificadas	Nº de locos polimórficos	Nº de locos monomórficos	Polimorfismo (%)
MEP - 01	AGACGGCTCC	22	7	0	100%
MEP - 02	GTTACGGACC	38	8	0	100%
MEP - 03	GGGCGACTAC	67	7	0	100%
MEP - 04	GTGCGCAATG	9	3	0	100%
MEP - 05	TCGCATCCAG	15	3	0	100%
MEP - 06	CAGAAGCGGA	20	2	0	100%
MEP - 07	CACAGCGACA	10	3	0	100%
MEP - 08	CAAAGCGCTC	6	2	0	100%
MEP - 09	TCCCCATCAC	0	0	0	0
MEP - 10	TGCGGGTCCT	0	0	0	0
MEP - 11	CAGGATTCCC	0	0	0	0
MEP - 12	GTGGAGTCAG	0	0	0	0
MEP - 13	AAGTCCGCTC	9	1	0	100%
MEP - 14	CAGCACTGAC	3	3	0	100%
MEP - 15	GACAGGAGGT	7	1	0	100%
TOTAL		206	40		

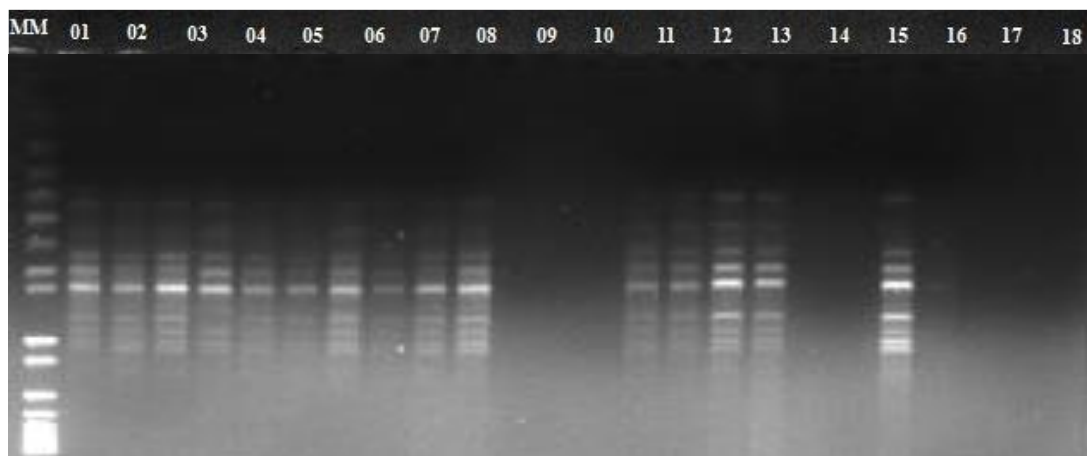


Figura 1. Produtos de amplificação de RAPD gerados com o iniciador MEP-02 em 18 genótipos de *Capsicum* MM – marcador de peso molecular Ladder 1 Kb.

A matriz de dissimilaridade genética gerada a partir do complemento do coeficiente de similaridade de Sokal (Tabela 2). O par de acessos mais similar foi 355x 348 (0,220), enquanto que o par de acessos mais dissimilar foi 443x 77.3 (0,855) dentre todas as distâncias entre os acessos tornando-os mais indicados para ser utilizados como genitores no programa de melhoramento de *Capsicum*. Cruz e Regazzi (1997) afirmam que a distância genética entre os genótipos deve ter prioridade dentre os critérios de escolha de genitores em um programa de melhoramento, uma vez que a variabilidade é condição fundamental para o processo de seleção. E altos índices são de grande relevância para a prática de seleção e realização de cruzamentos, sendo que a escolha dos genitores deve tomar como base os indivíduos mais divergentes geneticamente. Além disso, plantas de maior distinção genética na população como um todo devem ser selecionadas para coleta de sementes, pois são importantes para a formação de lotes com maior diversidade genética. (BELARMINO et al., 2015).

Tabela 3. Matriz de distância genética entre 18 genótipos de *Capsicum* oriundos do Banco de Germoplasma da Universidade Federal da Paraíba CCA-UFPB 2017

INDIVÍDUOS	132	340	356	004	443	099	ITA LAR	CALIPSO	001	045	046	ITA VEMR	134	137	355	348	77.3	449
132	0	0,349	0,517	0,468	0,604	0,584	0,541	0,662	0,563	0,563	0,624	0,584	0,604	0,698	0,662	0,662	0,643	0,698
340		0	0,541	0,541	0,584	0,517	0,517	0,643	0,541	0,584	0,604	0,517	0,624	0,715	0,604	0,604	0,698	0,680
356			0	0,584	0,732	0,748	0,680	0,811	0,765	0,698	0,780	0,715	0,732	0,780	0,811	0,780	0,732	0,811
004				0	0,584	0,604	0,517	0,643	0,624	0,624	0,604	0,468	0,6247	0,748	0,604	0,604	0,732	0,643
443					0	0,349	0,517	0,468	0,441	0,541	0,468	0,468	0,698	0,643	0,413	0,413	0,855	0,517
099						0	0,441	0,382	0,413	0,517	0,315	0,382	0,643	0,624	0,312	0,382	0,811	0,441
ITA LAR							0	0,584	0,413	0,349	0,541	0,541	0,517	0,624	0,493	0,541	0,715	0,624
CALIPSO								0	0,517	0,563	0,382	0,441	0,643	0,584	0,312	0,382	0,811	0,382
001									0	0,312	0,468	0,563	0,584	0,563	0,468	0,468	0,732	0,563
045										0	0,563	0,643	0,493	0,517	0,563	0,563	0,662	0,643
046											0	0,382	0,680	0,662	0,382	0,382	0,811	0,382
ITA VERM												0	0,604	0,698	0,382	0,382	0,780	0,441
134													0	0,563	0,643	0,680	0,541	0,715
137														0	0,662	0,662	0,604	0,624
355															0	0,220	0,841	0,382
348																0	0,811	0,382
77.3																	0	0,811
449																		0

O dendrograma gerado a partir da análise de agrupamento usando o método Ward com base na matriz de dissimilaridade genética obtida por meio do complemento aritmético do coeficiente de similaridade de sokal permitiu-nos alocar os 18 genótipos de *Capsicum* em cinco grupos de similaridade genética, sendo o ponto de corte (55,5%) realizado segundo os critérios de Mojema (1977); a consistência das bifurcações geradas pelo dendrograma variou de 24 a 98% entre os pontos de fusão do dendrograma (Figura 2).

O primeiro e maior grupo foi formado pelos acessos UFPB-046, UFPB-099, UFPB-348, UFPB-443 UFPB-355 e UFPB- ITA VERMELHO e CALIPSO podendo-se observar dentro deste um maior grupo de similaridade entre os acessos 348 e 355. o segundo grupo foi formado três por acessos 004,132 e 340 e o terceiro grupo foi formado com quatro genótipos, UFPB-001, UFPB-45, 356 e ITA LARANJA. O quarto grupo foi representando por dois acessos 77.3 e 134. Apenas o quinto grupo que foi formado com apenas um genótipo o 137.

É importante ressaltar que (44,44%) dos indivíduos foram agrupados no primeiro grupo, (16,67%) no segundo grupo (22,22%), no terceiro (11,11%), o quinto e último grupo contribuiu (5,56%) observando-se que, apesar de similares, estes ainda possuem certa divergência genética quando comparado com os demais grupos, esse fato pode ser atribuído devido os genótipos pertencerem a mesma espécie de *Capsicum annuum*.

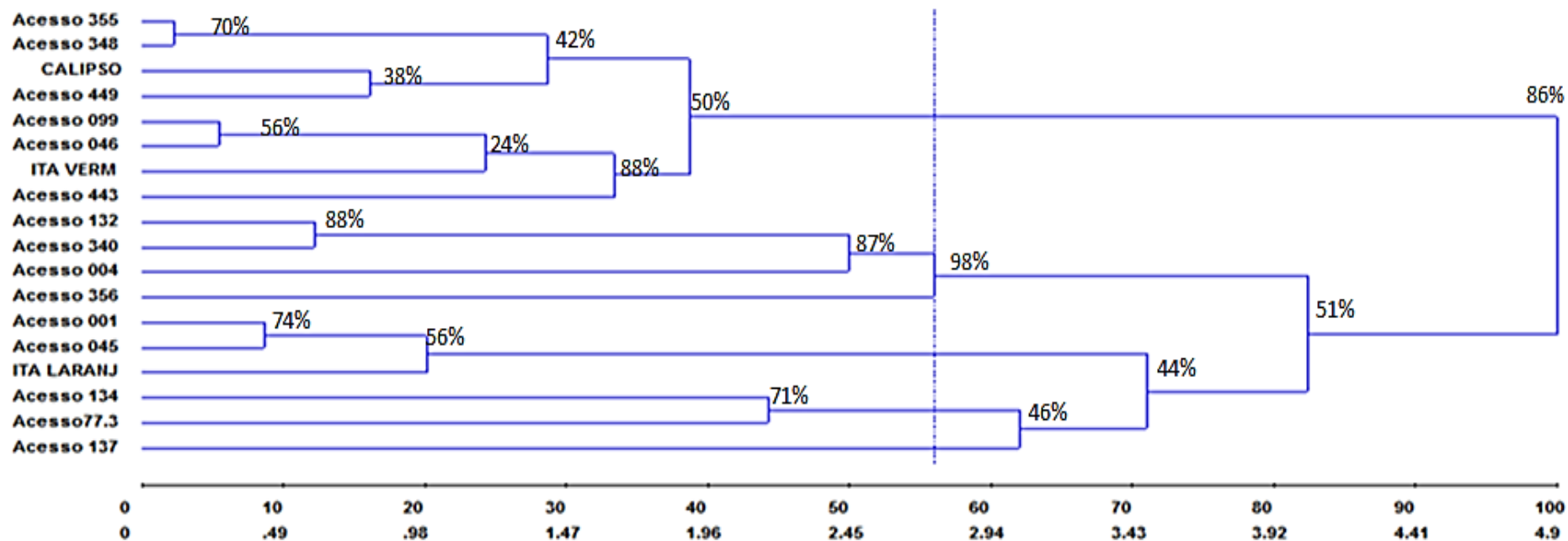


Figura 2. Dendrograma construído por meio do método UPGMA, com base no coeficiente de similaridade genética de Ward numa população de 18 genótipos de *Capsicum* a partir de 15 marcadores RAPD.

O coeficiente de correlação cofenética (CCC) (Tabela 4), obtido a partir da matriz de distância genética e a matriz de distância cofenética, a partir do dendrograma, foi elevado ($r=0,83^{**}$) Segundo Vaz Patto et al., (2004), ($r > 0,56$) é considerada ideal, pois indica haver boa concordância entre a matriz de dissimilaridade e a de dissimilaridade de distancia gráfica. Rohlf (1970) afirma que coeficientes de correlação cofenética menores que 0,7 indicam inadequação do método de agrupamento. Quanto maior for o valor da correlação, menor será a distorção provocada pelo agrupamento (MANLY, 2008). As porcentagens de distorções (1,57%) e de estresse (12,53%) foram baixas segundo a escala de Kruskal (1964) as quais são classificados como bons, mostrando um bom ajuste entre a matriz de similaridade genética e a representação gráfica do dendrograma

Tabela 4 Coeficiente de correlação cofenética entre a matriz de distâncias e o método de agrupamento hierárquico UPGMA, gerados a partir da análise de diversidade genética entre 18 genótipos de *Capsicum* por meio de marcadores RAPD.

Correlação cofenética (CCC)	Graus de liberdade	Valor de t	Distorção (%)	Estresse (%)
0,83**	151	18,48**	1,57	12,53

O objetivo da análise de Componentes principais é de resumir o padrão de correlação entre as variáveis, levando assim, a um agrupamento delas e a um número menor de variáveis principais, as quais resumem a informação contida no grupo inicial, sendo cada componente principal uma combinação linear das variáveis originais (CRUZ et al., 2004).

A distribuição tridimensional dos Genótipos de *Capsicum* através da análise dos componentes principais, corrobora com as análises discutidas anteriormente mostrando grande diversidade existente nesses acessos (Figura 3). Pode-se observar a formação de 5 grupos, o primeiro e maior formado pelos acessos, UFPB-001, UFPB- 45, UFPB-46, UFPB- 099, UFPB-355, UFPB-348, UFPB-443, UFPB-449, UFPB-LARANJ, CALIPSO e UFPB-VERM. O segundo foi formado por três acessos UFPB- 004, UFPB-132 e UFPB-340. O terceiro grupo foi constituído pelos acessos UFPB-134 e UFPB-137. O quarto e quinto grupo foram constituídos por apenas um acesso cada, 356 e 77.3

respectivamente. Esses dados obtidos, nessa análise de componentes principais não se relacionam com aqueles obtidos através da análise de agrupamento utilizando o método Ward. O maior grupo originado pelo dendrograma não permaneceu agrupados da mesma forma, que nas análises de componentes principais e o método de Tocher (Figura 3), (Tabela 4). A dispersão gráfica permitiu a separação dos acessos em grupos, este método pode ser usado como uma estratégia para selecionar genótipos divergentes para utilização em cruzamentos artificiais (NEITZKE et al., 2010).

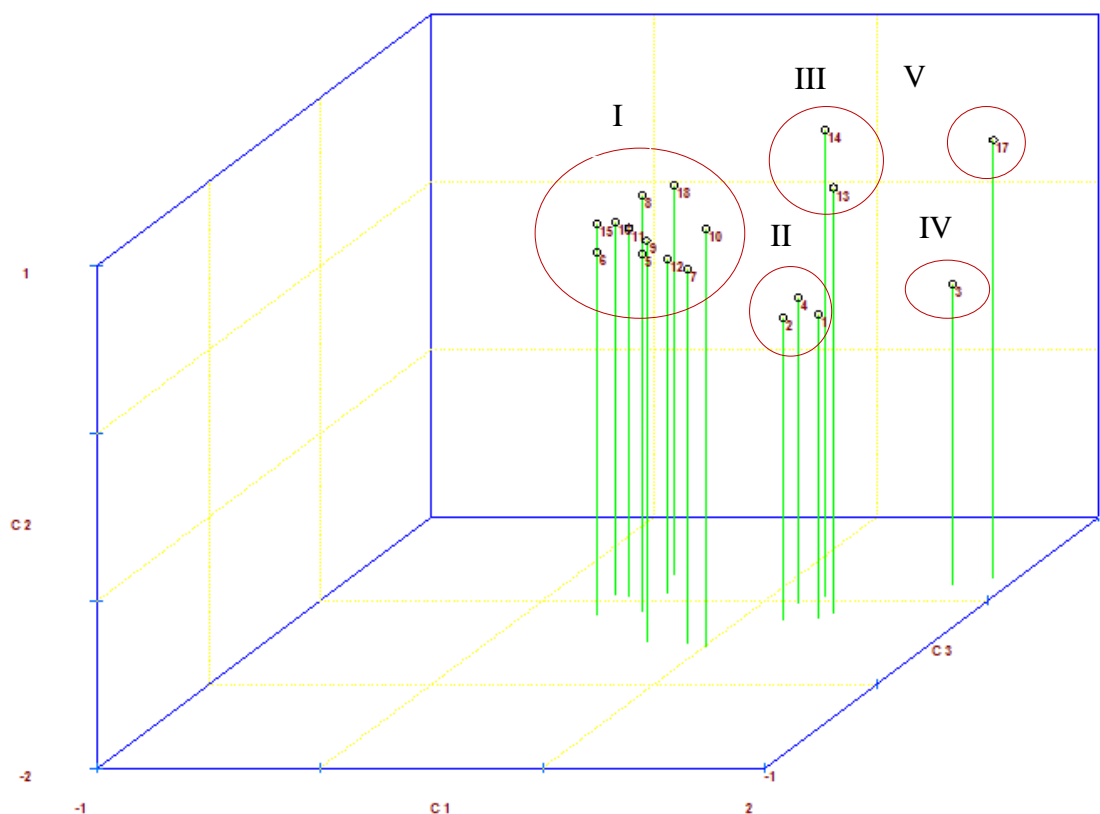


Figura 3. Análise dos componentes principais de 18 genótipos de *Capsicum*, avaliados através de marcadores moleculares RAPD.

A distribuição entre os acessos avaliados de *Capsicum*, com adoção do método de Tocher, corrobora com a grande diversidade detectada pelo método de Ward e componentes principais. Aqui também se observa a formação de 5 grupos. O primeiro e maior grupo foi formado pelos acessos, UFPB-001, UFPB-45, UFPB-46, UFPB-099, UFPB-355, UFPB-348, UFPB-443, UFPB-449, UFPB-ITA. LARANJ, UFPB-ITA. VERM e CALIPSO.

O segundo grupo composto pelos acessos UFPB- 004 UFPB-132 e UFPB- 340. O terceiro grupo foi constituído pelos acessos, UFPB-77.3 UFPB-134. O quarto e

quinto grupo foram formados por apenas um acesso o UFPB-137 e UFPB-356 respectivamente. Observando uma maior distância genética entre esses últimos.

Tabela 5. Agrupamento de 18 genótipos *Capsicum* conforme método de Tocher

GRUPOS	GENOTIPOS
I	UFPB-001, UFPB-45, UFPB-46, UFPB-099, UFPB-355, UFPB-348, UFPB-443, UFPB-449, UFPB-ITA. LARANJ, UFPB-ITA. VERM e CALIPSON.
II	UFPB-004, UFPB-132, UFPB-340.
III	UFPB-77.3, UFPB-134.
IV	UFPB-137.
V	UFPB-356.

CONCLUSÃO

Os marcadores RAPD são polimórficos e foram eficientes em discriminar os 18 acesso de pimenteira ornamental (*C. annuum* L.)

Há grande diversidade genética entre os 18 acessos de pimenteiras os quais formam 5 grupos os acessos mais divergentes foram 001,004, 77.3, 137, 355, 348 e 356.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- OLIVEIRA, ANA CAROLINA RIBEIRO DE, 1991- Análise biométrica de acessos de *Capsicum chinense* Jacq. com ênfase na diversidade genética / Ana Carolina Ribeiro de Oliveira. – Viçosa, MG, 2016. xi, 52f. : il. ; 29 cm
- BINNECK, E.; NEDEL, J. L.; DELLAGOSTIN, O. Análise de RAPD na identificação de cultivares: uma metodologia útil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 183-196, 2002.
- NEITZKE RS. 2012. Recursos genéticos de pimentas do gênero *Capsicum* - explorando a multiplicidade de usos. Pelotas-RS: Universidade Federal de Pelotas, 117 p. (Tese doutorado).
- VILLELA, Juliana Castelo Branco et al. Caracterização molecular de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*) com marcadores microsatélites. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, 2014.
- VASCONCELOS, E.S.; CRUZ, C.D.; BHERING, L.L.; RESENDE JUNIOR, M.F.R. Método alternativo para análise de agrupamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.10, p.1421-1428, 2007.
- SILVA, A.R. Métodos de agrupamento: avaliação e aplicação ao estudo de divergência genética em acessos de alho. 2012. 67p. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- SOUZA, L. R. de; SCOSSA, F.; CHAVES, I. S.; KLEESSEN, S.; SALVADOR, L. F. D.; MILAGRE, J. C.; FINGER, F.L.; BHERING, L. L.; SULPICE, R.; ARAÚJO, W. L.; NIKOLOSKI, Z.; FERNIE, A. R.; NESI, A. N. Exploring natural variation of photosynthetic, primary metabolism and growth parameters in a large panel of *Capsicum chinense* accessions. **Planta**, Heidelberg, v. 242, n.3, p.677-691, 2015.
- NEITZKE, R. S.; VASCONCELOS, C. S.; BARBIERI, R. L.; VIZZOTTO, M.; FETTER, M. R.; CORBELINI, D. D. Variabilidade genética entre compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p.415-421, 2015.
- FARIA, P. N.; CECON, P. R.; FINGER, F. L.; SILVA, A. R.; SILVA, F. F.; CRUZ, C. D.; SAVIO, F. L. Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n.3, p. 428-432, 2012.
- FINGER, F. L.; LANNES, S. D.; SCHUELTER, A. R.; DOEGE, J.; COMERLATO, A.

P.; GONÇALVES, L. S. A.; FERREIRA, F. R. A.; CLOVIS, L. R.; SCAPIM, C. A. Genetic diversity of *Capsicum chinense* (Solanaceae) accessions based on molecular markers and morphological and agronomic traits. **Genetics and Molecular Research**, v.9, n.3, p.1852-1864, 2010.

SILVA, J. M. da; AGUIAR, A. V. de ; MORI, E. S.; MORAES, M. L. T. de. Divergência genética entre progênies de *Pinus caribaea* var. *caribaea* com base em caracteres quantitativos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.32, n.69, p.69-77, 2012.

MOURA, M. C. C. L.; GONÇALVES, L. S. A.; SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; PEREIRA, T. N. S. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.155-161, 2010.

SOUZA, C. S. de; SCHUELTER, A. R.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. Variabilidade genética em acessos de *Capsicum chinense* por meio de marcadores isoenzimáticos e RAPD. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.14, n.1, p.9-23, 2013

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v.58, p.236-244, 1963

MANLY, B.J.F. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229p

RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M. Genetics and Breeding of Chili Pepper *Capsicum* spp. In: RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M.; FINGER, F.L. Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.). **Springer International Publishing Switzerland**, 1 - 129, 2016.

BASTIANEL, M. et al. Identification of zygotic and nucellar tangerine seedlings (*Citrus* spp.) using RAPD. **Genetics and Molecular Biology**, v. 21, n. 1, 1998.

BELARMINO, Karialane da Silva. Master in Agronomy. Universidade Federal da Paraíba, February, 2015. **Genetic diversity in native plant populations accessed by RAPD and physiological quality of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. diaspores**. 2015. 77f.

FERREIRA, M. E. ; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3a ed. Brasília: EMBRAPA – CENARGEN, 1998. 220p.

RÊGO, M.M.; SAPUCAY, M.J.L.C.; RÊGO, E.R.; ARAÚJO, E.R. Analysis of Divergence and Correlation of Quantitative Traits in Ornamental Pepper (*Capsicum* spp.). **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 389 - 394, 2015 **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 59, n. 6, p. 1077-1088, 2012.

MOSCONE EA; Scaldaferro MA; Grabiele M; Cecchini NM; Sánchez Garcia Y; Jarret R; Da Vinã JR; Ducasse DA; Barboza GE; Ehrendorfer F. 2007. The evolution of Chili Peppers (*Capsicum* - Solanaceae): a cytogenetic perspective. VI International Solanaceae Conference: Genomics Meets Biodiversity. *Acta Horticulturae* 745: 137-170.

THUL, S. T., DAROKAR, M. P., SHASANY, A. K., & KHANUJA, S. P. Molecular Profiling for Genetic Variability in *Capsicum* Species Based on ISSR and RAPD Markers. **Molecular biotechnology**, v. 51, n. 2, p. 137-147, 2012.

VELASCO-RAMÍREZ, A. P.; TORRES-MORÁN, M. I.; MOLINA-MORET, S.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, J. J.; SANTACRUZ-RUVALCABA, F. Efficiency of RAPD, ISSR, AFLP and ISTR markers for the detection of polymorphisms and genetic relationships in camote de cerro (*Dioscorea* spp.). **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 65-71, 2014.

CRUZ, C. D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2006, 648 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v. 1, (1997). 480 p.

MOJEMA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, v. 20, n. 4, p. 359-363, 1977.

WAGNER, C. M. **Variedade e base genética da pungência e da caracteres do fruto**: implicações no melhoramento de uma população de *Capsicum annuum* L. 2003. 104 p.

ROHLF, F. J. Adaptive hierarchical clustering schemes. **Systematic Zoology**, v. 19, n. 1, p. 58-82, 1970.

BINNECK, ELISEU; NEDEL, JORGE LUIZ; DELLAGOSTIN, O. A. Análise de RAPD na identificação de cultivares: uma metodologia útil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 183-196, 2002.

HENRIQUE WAMSER, Gerson et al. Caracterização de genótipos de cebola com a utilização de marcadores moleculares RAPD. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n.

3,2014.

VAZ PATTO, M.C. et al. Assessing the genetic diversity of Portuguese maize germplasm using microsatellite markers. *Euphytica*, v.137, p.63-67, 2004.

KRUSKAL, J. B. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. **Psychometrika**, v. 29, n. 1, p. 1-27, 1964.

WILLIAMS, J. G. K.; KUBELIK, A. R.; LIVAK, K. J.; RAFALSKI, J. A.; TINGEY, S. V. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research**, v. 18, n. 22, p. 6531–6535, 1990.

Capítulo 2

Variabilidade fenotípica em acesso de *Capsicum* induzida por (GA3)

RESUMO: O Brasil é considerado centro de origem e diversidade genética de algumas espécies do gênero *Capsicum*. A utilização dos recursos genéticos em programas de melhoramento de plantas ornamentais depende do conhecimento detalhado da extensão e distribuição da variação genética disponível nas espécies cultivadas e seus parentes silvestres. A expressão fenotípica de qualquer caráter resulta dos efeitos genéticos e ambientais. Dentre os efeitos ambientais, os hormonais, exercem papel de extrema importância. As giberelinas (GA3) são hormônios vegetais essenciais ao desenvolvimento da planta, como alongamento dos entrenós e desenvolvimento de flores e frutos, deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade fenotípica em *Capsicum annuum*, induzida por GA3. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Universidade Federal da Paraíba. Foram utilizados os acessos UFPB-77.3 UFPB- 134,UFPB-137, UFPB 348,UFPB-355 pertencentes ao Banco de Germoplasma de Pimenteiros Ornamentais (CCA/UFPB), os quais foram submetidos, a diferentes concentrações GA3 (0, 25, 50, 75 e 100 mg/L), administradas em aplicações por spray, com intervalos de três dias, a partir do 27º dia após o transplante. As plantas foram avaliadas quanto a 21 características morfoagronômicas de planta, flor e frutos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 5 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott, ($p=0,05$) e para as variáveis significativas foi realizada análise de regressão. Com o teste de média Scott-knott pode-se observar que os desdobramentos das interações dos fatores estudados (Acessos x Doses) foram significativos para as características diâmetro da flor, comprimento da pétala, comprimento do pedicelo, maior diâmetro do fruto, espessura do pericarpo e número de sementes, sendo indicado o uso de giberelina para induzir variabilidade fenotípica observando que mesmo com todas as aplicações os acessos não conseguem reunir todas as características desejáveis em um mesmo acesso e que as doses acima de 50 mg/L e 100 mg/L foram as mais responsivas para os acessos.

Palavras-chave: *Capsicum*, homônimo vegetal, melhoramento

Capítulo 2

Phenotypic variability in *Capsicum* access induced by (GA3)

ABSTRACT: Brazil is considered center of origin and genetic diversity of some species of the genus *Capsicum*. The use of genetic resources in ornamental plant breeding programs depends on the detailed knowledge of the extent and distribution of available genetic variation in cultivated species and their wild relatives. The phenotypic expression of any character results from genetic and environmental effects. Among the environmental effects, the hormones play an extremely important role. The gibberellins (GA3) are plant hormones essential to the development of the plant, such as internodes elongation and development of flowers and fruits, so, the objective of this work was to evaluate the phenotypic variability in *Capsicum annuum*. induced by GA3. The experiment was conducted in a greenhouse of the Laboratory of Plant Biotechnology of the Federal University of Paraíba. The UFPB-77.3, UFPB-137, UFPB-348, UFPB-355 accessions belonging to the Ornamental Pepper Germplasm Bank (CCA / UFPB) were used, which were submitted to different GA3 concentrations (0, 25, 50, 75 and 100 mg / L) administered in spray applications at three-day intervals from the 27th day after transplantation. The plants were evaluated for 21 morphoagronomic characteristics of plant, flower and fruits. The experimental design was completely randomized, with five treatments and five replicates. The data were submitted to analysis of variance, with averages grouping by the Scott-Knott test ($p = 0.05$) and for the significant variables regression analysis was performed. With the Scott-knott test, it can be observed that the interactions of the studied factors (Access x Doses) were significant for the characteristics flower diameter, petal length, pedicel length, larger fruit diameter, pericarp thickness and number of seeds, and the use of gibberellin to induce phenotypic variability is indicated, observing that even with all applications the accesses can not meet all the desirable characteristics in the same access and that doses above 50 mg / L and 100 mg / L were the most responsive for access.

Key words: *Capsicum*, vegetable homonym, breeding

INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* compreende pimentas e pimentões, ordem Solanales, família Solanaceae, esse gênero possui cerca de 30 a 35 espécies, onde destas, apenas cinco são domesticadas, sendo elas: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (CARRIZO et al., 2013; SCALDAFERRO, et al., 2013). Essas espécies são discriminadas por características morfológicas, visualizadas principalmente nas flores e nos frutos (CARVALHO et al., 2003). Segundo Viñals et al., (1996), a espécie de *Capsicum annuum* é a mais estudada e cultivada em todo o mundo, tendo como principal característica uma flor por nó, essa espécie apresentam corola branca sem apresentar qualquer tipo de mancha, já os frutos apresentam formas e tamanhos diferentes (CARVALHO et al., 2003).

As pimenteiras estão se destacando no mercado de floricultura, como plantas ornamentais, antes essa cultura era restrita, basicamente a feiras livres, utilizando-as apenas como condimentos e hoje esse quadro vem mudando, segundo Rêgo et al., (2009) dentre as plantas ornamentais em vaso, as pimenteiras (*Capsicum* spp.) vem se destacado pela crescente aceitação pelo mercado consumidor, fazendo a diferença na variedade de produtos das floricultura Santos et al., (2012) afirma que o consumo da pimenteira como ornamental e também como condimento, não está restrito só no Brasil, elas tem tido grande aceitação pelo mercado consumidor, tornando-se popular na Europa e ganhando novos mercados nos Estados Unidos.

O aumento do mercado de plantas ornamentais nos últimos anos, vem sendo intenso tendo portanto a necessidade de aumentar a diversidade de plantas ornamentais e portanto os fitomelhoristas vêm buscando novas técnicas pra mudança de fenótipo de plantas, como cor da flor, tamanho, forma, altura da planta, cor de folha e frutos, criando ideótipos almejado pelo consumidor. A utilização dos recursos genéticos em programas de melhoramento de plantas ornamentais depende do conhecimento detalhado da extensão e distribuição da variação genética disponível nas espécies cultivadas e seus parentes silvestres. A expressão fenotípica de qualquer caráter resulta dos efeitos genéticos e ambientais dentre os efeitos ambientais, os hormonais, exercem papel de extrema importância. As giberelinas (GA3) são hormônios vegetais essenciais ao desenvolvimento da planta, como alongamento dos entrenós e desenvolvimento de flores e frutos (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Os hormônios vegetais vêm contribuindo para a obtenção de acessos diferenciados, como o uso de giberelina, a aplicação de forma exógena pode ser uma alternativa viável para o aumento da qualidade do produto, pesquisas demonstram a capacidade destes de aumentar o número de flores por planta (KERBAUY; 2013), além da indução floral as giberelinas em altas concentrações podem ocasionar aumento na altura das plantas, maior número de frutos, maior quantidade de folhas, tamanho e forma de flor e fruto (KHAN & TEWARI, 2003). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade fenotípica em *Capsicum annuum*. induzida por GA3.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação no setor de Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Estado da Paraíba, Brasil. Foram utilizados cinco acessos de pimenteira 1640 ornamental (*Capsicum annuum* L.): UFPB-77.3, UFPB-134, UFPB-137, UFPB-348 e UFPB355 (Figura. 1) todos pertencentes ao Banco de Germoplasma do CCA-UFPB.

As sementes foram semeadas em bandejas de isopor de 120 células, preenchidas com substrato comercial (Plantmax®), em cada célula utilizou-se duas sementes, sendo feito desbaste após a germinação. Quando as plântulas apresentaram de quatro a seis folhas definitivas foi realizado o transplante para vasos de plástico de capacidade de 900mL, preenchidos com o mesmo substrato comercial utilizado na semeadura.

Para o preparo da solução de GA3 (Sigma-Aldrich), produto na forma de pó foi diluído em água destilada e para diluição completa, usou-se NaOH concentração de 0.1N nas concentrações de GA3 (0; 25; 50; 75 e 100 mg L⁻¹), A aplicação do GA3 foi realizada com pulverizador manual de plástico de 100 ml, com oito aplicações, no período da manhã entre 7:00 e 8:00 horas, com intervalos de três dias de uma aplicação para outra. A primeira aplicação foi realizada 27º dia após o transplante, e nos intervalos da primeira floração até o final da mesma.

A caracterização morfológica foi realizada quando as plantas apresentaram cinquenta por cento (50%) dos frutos maduros, usando os descritores de *Capsicum* (IPGRI, 1995 - International Plant Genetic Resources Institute), para obtenção dos dados referentes às dimensões foram feitas medidas utilizando-se paquímetro digital (Paquímetro digital Leetools®). Na obtenção de dados referentes a peso foi utilizada a

balança (Bel engineering®). Valores referentes à quantidade foram tomados por contagem. Foram avaliadas 21 caracteres quantitativos: AP - Altura da Planta (cm); DC - Diâmetro do Caule (cm); APB, Altura da Primeira Bifurcação (cm); DDC, Diâmetro do Copa (cm); CF, Comprimento da Folha (cm); LF, Largura da Folha (cm); DF, diâmetro da flor (cm); CP, Comprimento da Pétala (cm); CA, comprimento da antera (cm), CFt comprimento do filete (cm); NP: número de Pétalas, NE, número de estames. Para frutos serão avaliados os seguintes caracteres: CPe, Comprimento do pedicelo (cm); PS, Peso do fruto (g) CFR, Comprimento do fruto (cm); MaDF, Maior diâmetro do fruto (cm); MeDF, Menor diâmetro do fruto (cm); ESP, Espessura do pericarpo (cm); CPL, Comprimento da placenta (cm); NSF, Número de sementes por fruto e TMSF -Teor de matéria seca.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x5, sendo 5 acessos de pimenteira ornamental e 5 doses de GA3, com cinco repetições, constituídos de cinco plantas por repetição. Foram consideradas todas as plantas na coleta de dados, totalizando 25 plantas por tratamento sendo um total de 125 plantas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott, ($p=0,05$) e para as variáveis que foram significativas foi realizada análise de regressão. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância observar-se que todos os acessos apresentaram significância a níveis de ($p\leq 0,01$) e ($p\leq 0,05$), para as vinte e uma características analisadas, os coeficientes de variação (CV%) variaram de 6,02% (NP e NF) a 68,40% (MeDF) Tabela 1, sendo portanto satisfatórios, uma vez que foram detectadas diferenças significativas entre os acessos. Silva et al., (2010) em seu trabalho com pimenteiras determinou que os valores de CV tende a variar de acordo com as característica, com o acesso e com a espécie. Para a fonte de variação (AXD) observou-se que oito das 21 características foram significativas, sendo realizada regressão destas, e para as fontes que as características não foram significativas na interação foi realizado teste de média separadamente.

Tabela 1. Resumo da análise de variância (quadrados médios) para 5 acessos e 21 caracteres de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) submetidas a dose de Giberelinas (GA3). CCA / UFPB, Areia, 2017.

F.V.	Características						
	APL	DCL	APB	DCP	CF	LF	DF
ACESSOS	463.408**	0.071**	207.840**	239.330**	16.554**	1.364*	0.972**
DOSES	791.348**	0.018 ^{ns}	12.155 ^{ns}	131.520 ^{ns}	0.728 ^{ns}	0.225 ^{ns}	0.075 ^{ns}
AXD	36.235 ^{ns}	0.110 ^{ns}	28.083 ^{ns}	45.550 ^{ns}	0.489 ^{ns}	0.420 ^{ns}	0.089**
RESIDUO	436.168	0.012	20.781	32.723	0.622	0.318	0.031
TOTAL	1025.592	1.706	3412.300	5680.580	138.422	43.021	8.634
CV(%)	18.075	17.089	44.431	19.973	17.936	32.112	13.089

F.V.	Características						
	CDP	NP	NF	CA	CFT	PDC	PSF
ACESSOS	0.272**	2.182**	2.182**	0.032**	0.110**	9.764**	27.995*
DOSES	0.017 ^{ns}	0.211 ^{ns}	0.211 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.911 ^{ns}	0.233 ^{ns}
AXD	0.010*	0.100 ^{ns}	0.100 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.009*	0.973*	0.233 ^{ns}
RESIDUO	0.011	0.117	0.110	0.002	0.006	0.453	0.210
TOTAL	2.506	21.834	21.834	0.425	1.244	104.532	137.886
CV(%)	18.177	6.021	6.021	22.593	17.660	30.703	42.475

F.V.	Características						
	CPF	M _a DF	M _e DF	CPL	ESP	NSF	TMS _F
ACESSOS	34.187**	2.427**	0.799**	14.473**	0.026*	900.727**	12.930**
DOSES	1.485 ^{ns}	0.151 ^{ns}	0.049 ^{ns}	1.545 ^{ns}	0.004 ^{ns}	292.508 ^{ns}	0.159 ^{ns}
AXD	0.728*	0.181**	0.087 ^{ns}	0.903 ^{ns}	0.006**	100.332*	0.170 ^{ns}
RESIDUO	0.393	0.066	0.070	0.925	0.002	47.473	0.128
TOTAL	196.282	20.262	11.673	170.844	0.456	0.112	68.198
CV(%)	35.099	39.624	68.402	76.561	57.758	49.378	45.882

APL - Altura da Planta (cm); DCL - Diâmetro do Caule (cm); APB - Altura da Primeira Bifurcação (cm); DCP - Diâmetro da Copa (cm); CF - Comprimento da Folha (cm); LF - Largura da Folha (cm); DF - Diâmetro da flor (cm); CDP - Comprimento da Pétala (cm); CA - comprimento da antera (cm), CFT - comprimento do filete (cm); NP - número de Pétalas, NF - número de filetes, PDC - Comprimento do pedicelo (cm); PSF- Peso do fruto (g) CPF - Comprimento do fruto (cm); M_aDF - Maior diâmetro do fruto (cm); M_eDF - Menor diâmetro do fruto (cm); ESP - Espessura do pericarpo (cm); CPL - Comprimento da placenta (cm); NSF - Número de sementes por fruto e TMS_F - Teor de matéria seca.

Observou-se efeito significativo para todos os acessos e para as vinte e uma característica por meio do teste de media Scott-Knott 0,05 de probabilidade (Tabela 2.) as características diâmetro da flor e comprimento do pedicelo foram quem apresentaram maior variabilidade entre os acessos, formando três classes distinta com medias variando de 0,78cm a 3,60 cm para comprimento do fruto respectivamente,

característica interessante para os fitomelhoristas de plantas ornamentais, pois pimenteiras com frutos longos tem maior aceitação para cultivo ornamentais sendo estas com frutos cuja coloração contrasta com a folhagem (NEITZKE et al., 2016). Os valores de 1,12cm e 1,59cm respectivamente foram obtidos para a característica diâmetro da flor esse caractere encontrado entre os acessos avaliados é importante para o trabalho com plantas ornamentais, Neto et al., (2014) e Fortunato et al., (2015) ambos trabalhando com pimenteiras ornamentais com o interesse de seleção, encontraram variabilidade em caracteres florais em pimenteiras ornamentais, indicando que há flores de tamanhos diferentes entre os acessos e aquele com maior flores podem ser selecionadas. Plantas com flores grandes têm potencial para uso em programas de criação de pimenteira ornamental, porque elas fornecem beleza para a planta e são marcantes e atraentes para consumidores (SANTOS et al., 2013 & PESSOA et al., 2018a).

As variáveis que apresentaram dois grupos foram comprimento da flor, comprimento da pétala, número de pétala, número de filete, comprimento da antera, Pessoa et al., (2018b) em seu trabalho de herança de traços florais em pimenta ornamental explica que essas características dependem de alelos recessivos sendo essas as que mais aumentam essas características de flor, exceto para comprimento de filete.

Comprimento do pedicelo, peso do fruto, maior diâmetro do fruto, comprimento da placenta, espessura do pericarpo, número de semente por fruto e teor de matéria fresca, foram as que apresentaram baixa variabilidade formando duas classes (Tabela 2). Buttow et al., (2010) explica que para as características de fruto, quanto menor o tamanho do fruto, maior será a quantidade de frutos produzida por uma pimenteira e as demais características ligadas ao fruto vai depender diretamente do seu tamanho.

Para as variáveis altura da planta, diâmetro do caule, altura da primeira bifurcação largura da folha e menor diâmetro do fruto não se teve variabilidade entre os acessos, observa-se que quanto ao potencial ornamental dos acessos e com base nas qualidades buscadas e para ornamental verificou-se que nenhum dos acessos reúne ao mesmo tempo todas as características desejáveis para a ornamentação.

Tabela 2. Comportamento médio para 21 caracteres avaliados de acessos pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) submetidas a cinco doses de Giberelinas (GA3). CCA/ UFPB, Areia, 2017.

Características										
ACESSO	APL	DCL	APB	DCP	CF	LF	DFL	CDP	NP	NF
77.3	32.44a	0.52 a	8.64 a	25.8 a	3.68ab	1.71 ^a	1.30 abc	0.55 b	5.54 ab	5.54ab
134	33.72a	0.63 a	10.24 ^a	27.0 a	3.34b	1.36 ^a	1.23 bc	0.49 b	5.22 b	5.22 b
137	40.26a	0.61 a	6.72 a	29.36 a	4.94 a	1.91 ^a	1.51 ab	0.61ab	5.87a	5.87 a
348	37.36a	0.63 a	14.38 a	27.36 a	5.02 a	1.96 a	1.59 a	0.73a	5.71ab	5.71ab
355	42.68a	0.67 a	11.32 a	33.68 a	4.98 a	1.72 ^a	1.12 c	0.48b	5.21b	5.21 b
Características										
ACESSO	CA	PDC	PSF	CF	M _a DF	M _e DF	CPL	ESP	NSF	TMS _F
77.3	0.25a	2.46ab	0.71b	1.51bc	0.66b	0.36 ^a	1.38ab	0.12a	15.29ab	0.58b
134	0.20ab	1.42b	0.70 b	0.78c	0.41 b	0.26 ^a	0.53 b	0.04b	9.67b	0.46b
137	0.22ab	1.90 ab	2.93a	2.19 b	1.17a	0.26 ^a	1.34ab	0.08ab	23.91a	2.02 a
348	0.21ab	3.08a	0.76b	3.60a	0.51b	0.26 ^a	2.41 a	0.09ab	10.19b	0.64b
355	0.15b	2.08ab	0.26b	0.83 c	0.455b	0.34 ^a	0.60 b	0.08ab	10.68b	0.17b

APL - Altura da Planta (cm); DCL - Diâmetro do Caule (cm); APB - Altura da Primeira Bifurcação (cm); DCP - Diâmetro da Copa (cm); CF - Comprimento da Folha (cm); LF - Largura da Folha (cm); DPF - Diâmetro da flor (cm); CDP - Comprimento da Pétala (cm); CA-comprimento da antera (cm), TF - Tamanho do filete (cm); NP –número de Pétalas, NF - número de filete. PDC - Comprimento do pedicelo (cm); PF- Peso do fruto (g) CPF_f - Comprimento do fruto (cm); M_aDF - Maior diâmetro do fruto (cm); M_eDF - Menor diâmetro do fruto (cm); ESP - Espessura do pericarpo (cm); CPL - Comprimento da placenta (cm); NSF - Número de sementes por fruto e TMS_F - Teor de matéria seca Médias seguidas 1878 de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, na linha, pelo critério de Scott-Knott (p = 0,01)

Para a característica altura da planta em função das cinco doses de giberelina aplicadas tem-se a formação de dois grupos (Tabela 3), apresentando maior valor médio de 43,36 cm na dose de 75mg L⁻¹ e 28,2cm para a dose 0 mgL⁻¹ de GA3, plantas que são direcionadas a ornamentais e que apresentem uma altura de até 45cm de estatura são mais adequadas para o cultivo em vasos porém não só plantas de porte mais alto podem ser direcionadas para ornamentais as de porte médio podem ser utilizadas para serem plantadas em jardins (NEITZKE ; 2008 & MELO et al., 2014).

Tabela 3. Comportamento médio para 5 doses de giberelina em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) (GA3). CCA/ UFPB, Areia, 2017.

Características	
DOSES	APL
0 mgL ⁻¹	28.2b
25 mg L ⁻¹	37.22ab
50 mg L ⁻¹	37.76ab
75 mg L ⁻¹	43.36a
100 mg L ⁻¹	39.92ab

APL - Altura da Planta (cm), médias seguidas 1878 de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, na linha, pelo critério de Scott-Knott (p = 0,05).

De acordo com a análise de regressão o modelo que melhor se ajustou foi a polinomial cubica para todas as características, o que evidenciou que o ácido giberélico, em todas as concentrações testadas, promove aumento nas oito das vinte e uma característica nos cinco acessos testado sendo possível através da derivação de cada equação predizer o valor de máximo crescimento para as características avaliadas e até que ponto a dose foi satisfatória dentro do limite.

Portanto para flor os melhores resultados obtidos foram para os acessos 134, 137 e 348 para as características diâmetro da flor, comprimento da pétala e comprimento do filete onde se recomenda doses de até 64 mg L⁻¹, 76mg L⁻¹e 72 mg L⁻¹ respectivamente sendo para essa última característica doses de até 100 mg L⁻¹ de GA3, pois essas são doses onde as característica tiveram ponto de máximo crescimento, dose inferiores ou superiores mostraram uma redução nas características(figura 1A,1Be 1C), Cardoso et al., (2007) trabalhando com indução floral de *Phalaenopsis* tratadas, com diferentes

concentrações de GA3, obteve maior diâmetro de flor quando utilizou a dose de superior de 100 mg L⁻¹ de ácido giberélico de forma exógena, de acordo com os autores as plantas tratadas com ácido giberélico apresentam uma maior qualidade, e facilita a colocação do produto no mercado, em condições normais de cultivo as flores são de baixa qualidade, o que atrasa a comercialização de flores de corte e de vaso.

O acesso 77.3 quando passou por todas as aplicações de GA3, apresentou flores de tamanho bem inferior a dose de 0 mg L⁻¹ quando aplicada a maior dose de 100 mg L⁻¹ de GA3 o acesso não respondia de forma positiva ao crescimento esperado, sendo portanto o acesso não responsivo ao ácido giberélico, observou-se também que enquanto as flores diminuía em seu tamanho aumentavam-se a quantidade delas na planta assim como também foi observada variação no número de pétalas das flores do acesso 355, variando de 4 a 7 pétalas por flores (Figura 2). O uso de ácido giberélico em pimenteiros ornamentais pode ser utilizado em escala comercial com intuito de causar efeito de crescimento de pétalas das flores isso porque a giberelina participar diretamente dos processos de divisão, alongamento e extensibilidade celular da planta (TAIZ & ZEIGER 2009).

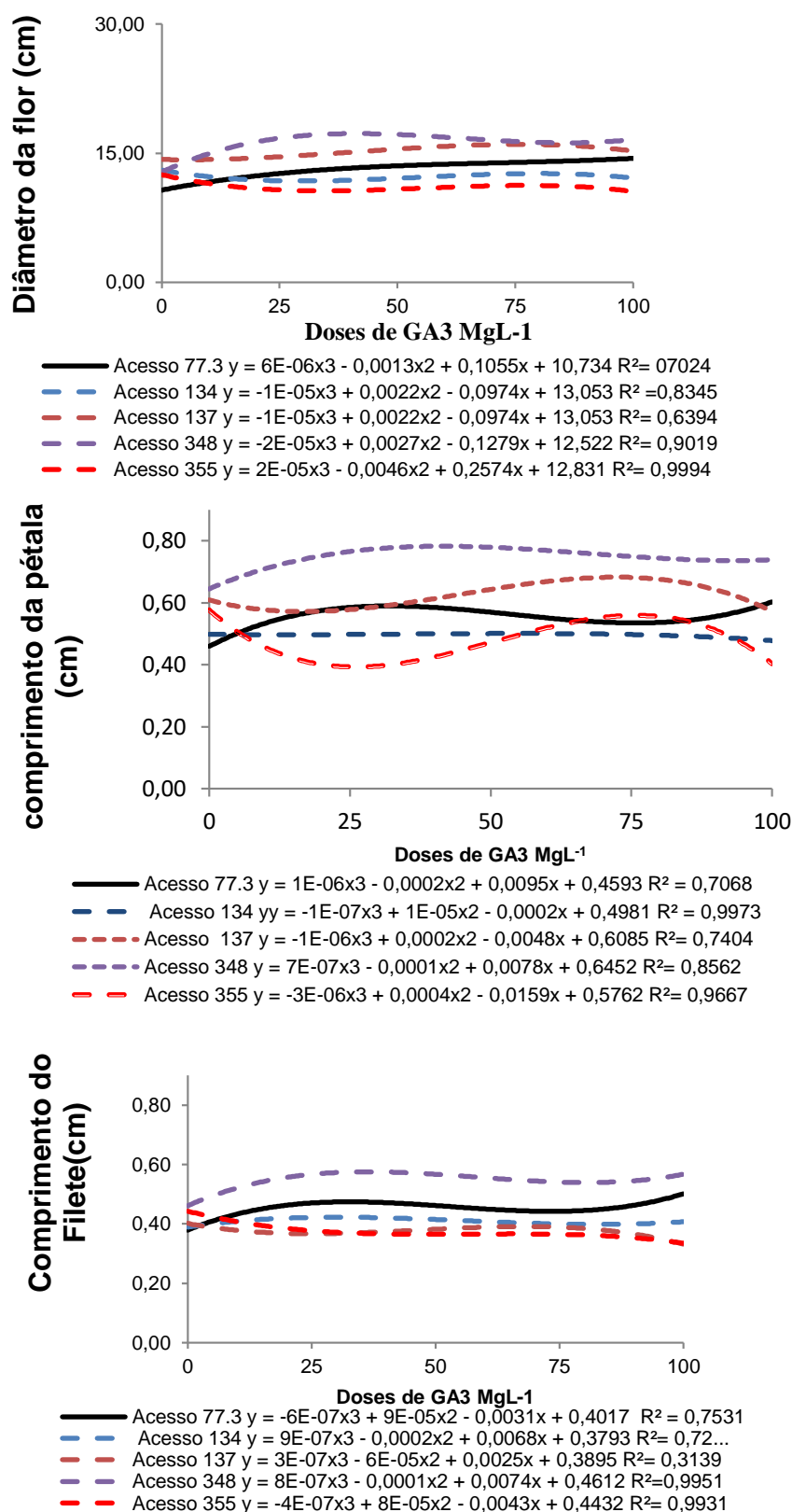


Figura 1. Curvas de regressão para as características diâmetro da flor (A) e comprimento da pétala (B) comprimento do filete (C) cinco acesso de (*Capsicum annuum*) sob doses de GA3.

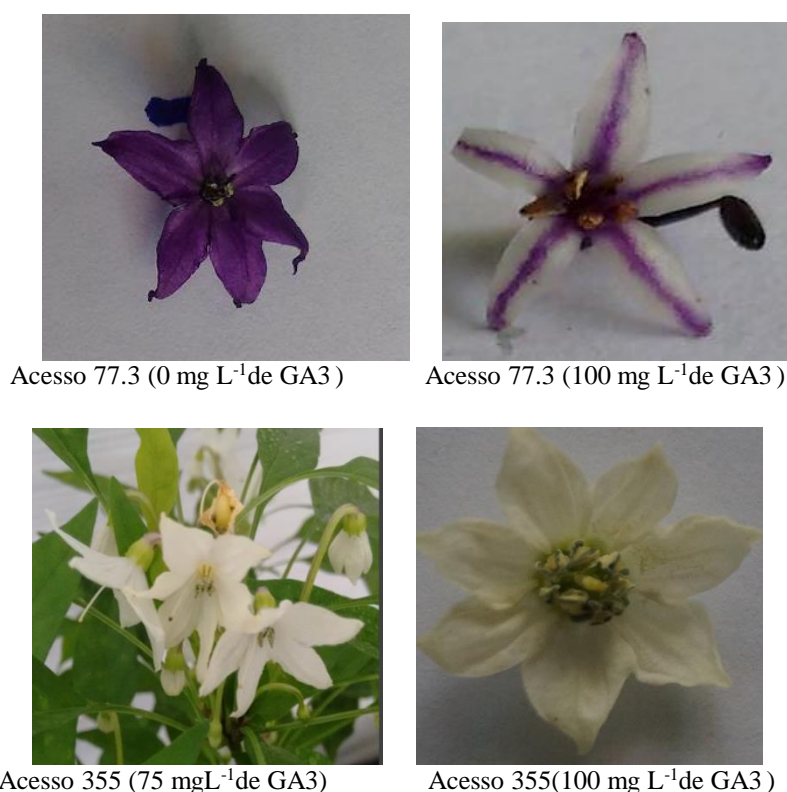


Figura 2. Acesso 77.3 e Acesso 355, sob diferentes doses de GA3 e seus efeitos no fenótipo dos acessos.

O comprimento do pedicelo, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto espessura do pericarpo e número de sementes por fruto também se ajustaram ao modelo de regressão polinomial cúbica (Figura 3). Os acessos 77.3, 348 e 355 foram responsivos ao uso de GA3, para a característica comprimento do pedicelo, observa-se que eles apresentam seu máximo desempenho quando submetidos a doses de 100mg L^{-1} de GA3, o uso de o GA3, atua em sentido, longitudinal causando expansão nas células por isso efeito nas duas características Raven (2001). Para maior diâmetro do fruto, os acessos mais responsivos foram 77.3, 137, 348 e 355, assim como para comprimento do pedicelo eles só apresentam efeito quando aplicada a maior dose, Tofaneli (2003) relaciona esse fato de maior diâmetro dos frutos, ao desequilíbrio hormonal ocasionado pela suplementação exógena de giberelina.

Quanto à característica espessura do pericarpo pode se observar que é nas doses de 50 mg L^{-1} GA3 até 100 mg L^{-1} de GA3, para os acessos 77.3, 137, 348 e 355 são as doses responsivas apresentando frutos com pericarpo mais espesso, concentrações inferiores de 100 mgL^{-1} tem uma redução significativa na parede do fruto.

Número de sementes por fruto é uma característica que de acordo com a literatura quando se utiliza GA3 em plantas de forma exógena causa partenocarpia, os acessos ou seja frutos sem sementes, porem neste trabalho foi observado que plantas sobre as concentrações mais baixas de GA3, nesse caso 25 mgL⁻¹ tiveram respostas significativas (Figura 3) isto para os acessos 134,137e 348.

O acesso 77.3 comportou-se de forma diferente desde a primeira dose 25 mgL⁻¹ até 100 mgL⁻¹ observou-se aumento no número de sementes por fruto na medida que se aumentou as doses tem-se um aumento no número de sementes sendo indicada doses de 100 mgL⁻¹. As respostas obtidas nesses trabalho são explicadas pelo fato que as giberelina apresentam modo de ação diferente para cada espécie e por isso ocorrem respostas diferentes das que a literatura apresenta (VEIRA et al., 2009; KING & PHARIS;MANDER1987).

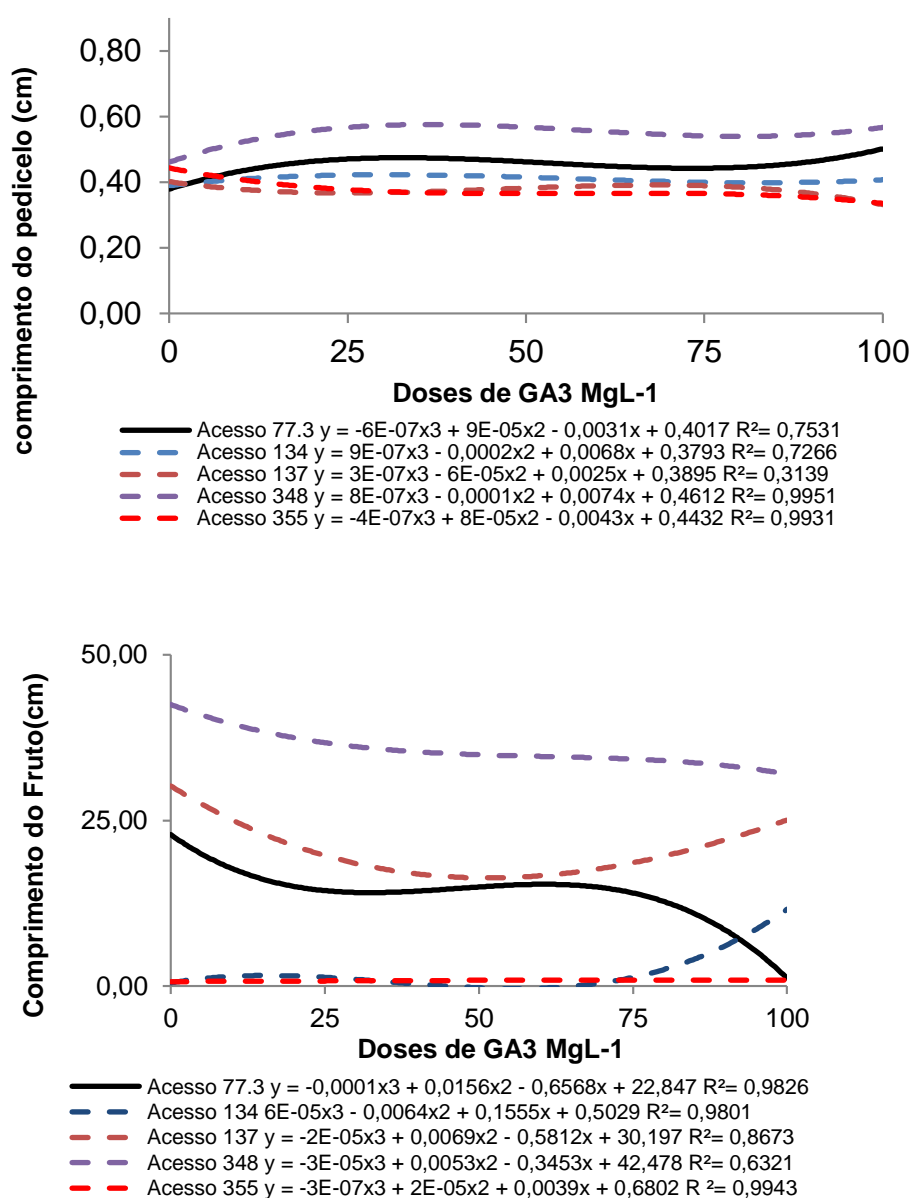
O comprimento do pedicelo, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto espessura do pericarpo e número de sementes por fruto também se ajustaram ao modelo de regressão polinomial cúbica (Figura 3). Os acessos 77.3, 348 e 355 foram responsivos ao uso de GA3, para a característica comprimento do pedicelo, observa-se que eles apresentam seu máximo desempenho quando submetidos a doses de 100mg L⁻¹ de GA3, o uso de o GA3, atua em sentido, longitudinal causando expansão nas células por isso efeito nas duas características (RAVEN 2001). Para maior diâmetro do fruto, os acessos mais responsivos foram 77.3, 137, 348 e 355, assim como para comprimento do pedicelo eles só apresentam efeito quando aplicada a maior dose, TofanelII et al.,(2003) relaciona esse fato de maior diâmetro dos frutos, ao desequilíbrio hormonal ocasionado pela suplementação exógena de giberelina aplicada na planta.

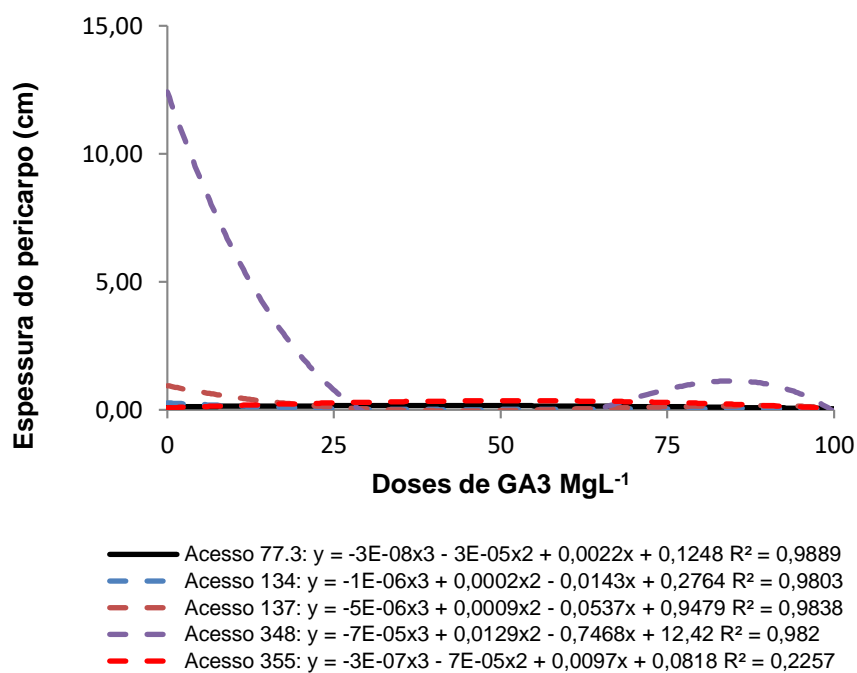
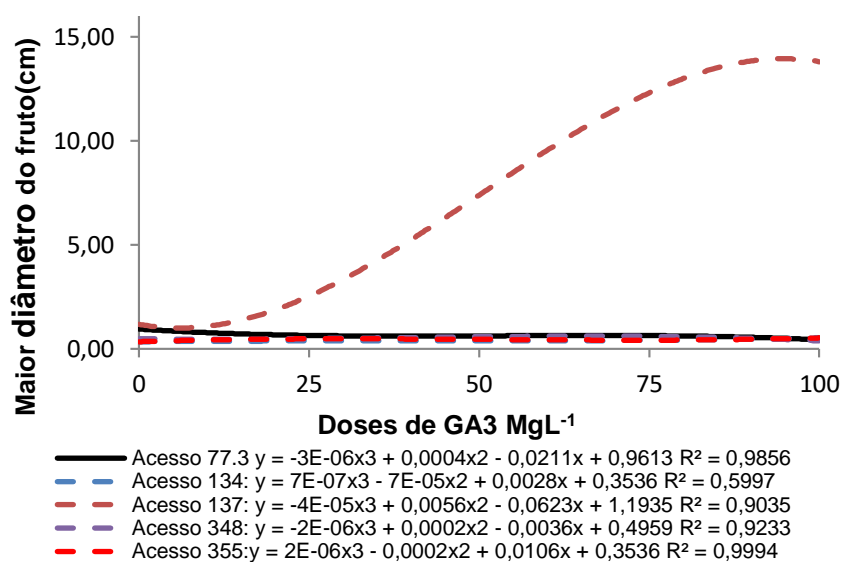
Quanto à característica espessura do pericarpo pode se observar que é nas doses de 50 mg L⁻¹ GA3 até 100 mg L⁻¹ de GA3, para os acessos 77.3, 137, 348 e 355 são as doses responsivas apresentando frutos com pericarpo mais espesso, concentrações inferiores de 100 mgL⁻¹ tem uma redução significativa na parede do fruto.

Número de sementes por fruto é uma característica que de acordo com a literatura quando se utiliza GA3 em plantas de forma exógena causa partenocarpia, frutos sem sementes, porem neste trabalho foi observado que plantas sobre as concentrações mais baixas de GA3, nesse caso 25 mgL⁻¹ tiveram respostas significativas (Figura 3D)

O acesso 77.3 comportou-se de forma diferente desde a primeira dose 25 mgL⁻¹

até 100 mgL⁻¹ observou-se aumento no número de sementes por fruto na medida que se aumentou as doses tem-se um aumento no número de sementes sendo indicada doses de 100 mgL⁻¹. As respostas obtidas nesses trabalho são explicadas pelo fato que as giberelina apresentam modo de ação diferente para cada espécie e por isso ocorrem respostas diferentes das que a literatura apresenta (VEIRA et al., 2009 ; KING & PHARIS; MANDER 1987) , observou-se também como a giberelina transformou o fenótipo do fruto para o acesso 77.3 mostrando o quanto ele é responsivo para esse acesso (figura 4).





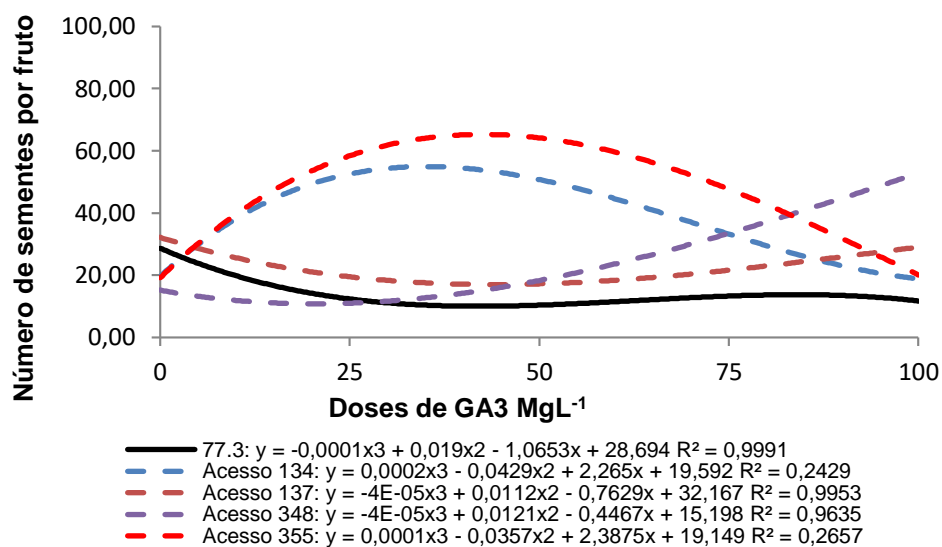


Figura 3. Curvas de regressão para as características comprimento do pedicelo (A) e comprimento do fruto (B) maior diâmetro do fruto (C) espessura do pericarpo (D) Número de sementes por fruto cinco acesso de (*Capsicum annuum*) sob doses de GA3.



Figura 4. Acesso 77.3 planta e fruto do mesmo acesso depois de submetidos à dose de 100 mg L⁻¹

CONCLUSÃO

O ácido giberélico foi eficiente para indução de floração em *Capsicum annuum* L.

A aplicação do ácido giberélico foi eficiente para gerar variabilidade fenotípica nos acessos de pimenteira ornamental, e pode sim ser indicada tanto para uso ornamental.

A aplicação do ácido giberélico é indicada quando se deseja aumentar as características de diâmetro de flor, comprimento da pétala, comprimento do pedicelo, maior diâmetro do fruto, espessura do pericarpo e número de sementes por fruto para os acessos 137,348 e 355, nas doses de 50mg L⁻¹ e 100 mg L⁻¹.

Não é indicado o uso de giberelina para o acesso 134, pois em nenhuma das concentrações o mesmo foi responsivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYUB, R. A.; REZENDE, B. L. A. Contribuição do ácido giberélico no tamanho de frutos do tomateiro. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 4, p. 25-28, 2010.
- CARRIZO, G. S., Sterpetti, M., Volpi, P., Ummarino, M., Saccardo, F. (2013). Wild *Capsicums*: Identification and in situ analysis of Brazilian species. Xvth EUCARPIA Meeting on genetics and breeding of *Capsicum* and Eggplant. Torino, Italy. 205-213p.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) Da Embrapa
- CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; BUSTAMANTE, P.G.; SILVA, D.B. **Catálogo de Germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. (Embrapa Hortaliças, Documentos 49).
- CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2006. 27p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 94).
- CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2006. 27p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 94).
- CIPOLLINI, DONALD F.; SCHULTZ, JACK C. Exploring cost constraints on stem elongation in plants using phenotypic manipulation. **The American Naturalist**, v. 153, n. 2, p. 236-242, 1999.
- DOS SANTOS PESSOA, Angela Maria et al. Inheritance of flower traits in ornamental pepper. **Agropecuária Técnica**, v. 39, n. 1, p. 50-60, 2018b.
- FERRÃO, L.F.V.; CECOM, P.R.; FINGER, F.L.; SILVA, F.F.; PUIATTI, M. Divergência genética entre acessos de pimenta com base em caracteres morfo-agrômicos. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 354 - 358, 2011.
- FERRI, V. C. et al. Ácido giberélico no retardamento da maturação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.), cultivar fuyu. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v.24, n.1, p.1-5, jan-mar. 2004.
- FIALHO DE MELO, Leane et al. Potencial ornamental de acessos de pimenta. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, 2014.
- GOMES, F. PIMENTEL; COUTO, HZT do. O tamanho ótimo de parcela experimental para ensaios com eucaliptos. **Série Técnica, Piracicaba**, v. 31, p. 75-77, 1985. Hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.
- IPGRI. **Descritores para *Capsicum* (*Capsicum* spp.)**. Roma: IPGRI, 1995, p. 51.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal** .2.ed.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 431 p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal** . 2 . e d . R i o d e J a n e i r o : Guanabara Koogan, 2013. 431 p.

KHAN, F. U.; TEWARI, G. N. Effect of growth regulators on growth and flowering of dahlia (*Dahlia variabilis* L.). **Indian Journal of Horticulture**, v. 60, n. 2, p. 192-194, 2003.

KHAN, F. U.; TEWARI, G. N. Effect of growth regulators on growth and flowering of dahlia (*Dahlia variabilis* L.). **Indian Journal of Horticulture**, v. 60, n. 2, p. 192-194, 2003.

KING, R. W.; PHARIS, R. P.; MANDER, L. N. Gibberellins in relation to growth and flowering in *Pharbitis nil* Choisy. *Plant Physiology*, Rockville, v. 84, n. 4, p. 1126-1131, 1987

MARTINS, M. B. G.; CAMARGO E CASTRO, P. R. Biorreguladores na morfologia e na produtividade de frutos de tomateiro cultivar Ângela Gigante. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 237-248, 1997.

MELO, L.F.; GOMES, R.L.F.; SILVA, V.B.; MONTEIRO, E.R.; LOPES, A.C.A.; PERON, A.P. **Potencial ornamental de acessos de pimenta**. *Ciência Rural*, v. 44, n. 11, p. 2010 - 2015, 2014.

NASCIMENTO, N.F.F.; NASCIMENTO, M.F.; RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M.; SILVA NETO, J.J. Caracterização morfoagronômica em híbridos interespecíficos de pimenteiros ornamentais. **Horticultura Brasileira**, v. 29: S2932 - S2939, 2011.

NEITZKE RS, Barbieri RL, Rodrigues WF, Corrêa IV; Carvalho FIF. 2010. 864 **Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental**. *Hort. Bras.* 28: 47-53.

NEITZKE, R. S.; FISCHER, S. Z.; VASCONCELOS, C.S.; BARBIERI, R.L.; TREPTOW, R.O. Pimentas ornamentais: aceitação e preferências do público consumidor. *Horticultura Brasileira*, n. 34, p.102-109, 2016.

NUEZ-VIÑALS, F.; DÍEZ, M.J.; RUIZ, J.J.; FÉRNANDEZ de CÓRDOVA, P.; COSTA, J.; CATALÁ, M.S.; GONZÁLEZ, J.A.; RODRIGUEZ, A. **Catálogo de semillas de pimienta**. **Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación** (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria). Madrid. 108p. 1996.

PESSOA, A.M.S. **divergência genética e análise dialélica em pimenteiros ornamentais** (*Capsicum annuum* L.). Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de

Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

PESSOA, ANGELA MARIA DOS SANTOS 2017. Divergência genética e análise dialélica em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L). editora UFPB. João Pessoa. 92p.

PESSOA, ANGELA MARIA DOS SANTOS 2018a. Divergência genética e análise dialélica em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L). editora UFPB. João Pessoa. 92p.

RÊGO, E.R., RÊGO, M.M., FINGER, F.L., CRUZ, C.D., CASALI, V.W.D. A diallel 2024 study of yield components and fruit quality in chilli peppers (*Capsicum baccatum*). 2025 **Euphytica**, v. 168, p. 275 - 287, 2009.

RÊGO, E.R., RÊGO, M.M., FINGER, F.L., CRUZ, C.D., CASALI, V.W.D. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli peppers (*Capsicum baccatum*). **Euphytica**, v. 168, p. 275 - 287, 2009.

SANTOS, R.M.C.; NASCIMENTO, N.F.F.; BORÉM, A; FINGER, F.L; CARALHO, G.C.; NASCIMENTO, M.F.; LEMOS, R.C.; RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M. Ornamental pepper breeding: could a chili be a flower ornamental plant?. **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 451 - 456, 2013.

SILVA AR; CECON PR; RÊGO ER; NASCIMENTO M. 2010. Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras, *Revista Ceres*, (in press)

SILVA, C.Q.; JASMIM, J.M.; SANTOS, J.O.; BENTO, C.S.; SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R. Phenotyping and selecting parents for ornamental purposes in pepper accessions. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 066 - 073, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal** . 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal** . 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TAIZ, L; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3a edição. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOFANELLI, M. B. D. Ácido giberélico na produção de frutos partenocárpicos de pimenta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 116-118, 2003.

TOFANELLI, M. B. D. Ácido giberélico na produção de frutos partenocárpicos de pimenta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 116-118, 2003.

VIEIRA, Marcos Ribeiro da Silva. Aplicação de ácido giberélico na qualidade e na bioquímica de hastes de crisântemo CV. Faroe. 2008.

VIEIRA, Marcos Ribeiro da Silva. Aplicação de ácido giberélico na qualidade e na bioquímica de hastes de crisântemo CV. Faroe. 2008.

